全国高等学校体育教学指导委员会 审定

GaoDengXueXiao
TiYuJIanZhuGuanLiZhuanYe
KeChengXiLieTongBianJiaoCai

◆高等学校体育建筑管理专业课程系列统编教材◆

体育场馆自动化管理

TiYuChangGuanZiDongHuaGuanLi

赵煌 李福军 主编

人民体育出版社

高等学校体育建筑管理专业课程系列统编教材

1. 体育管理学——原理与方法
2. 体育建筑概论
3. 体育建筑环境与设备
4. 体育场馆自动化管理
5. 体育场地建筑工艺
6. 体育人力资源管理
7. 体育建筑策划与项目管理
8. 体育建筑图学
9. 体育建筑检测与评价
10. 体育场馆运行管理

责任编辑／曾　莉
美术编辑／刘　泉


ISBN 978-7-5009-3812-5
定价：28.00元

全国高等学校体育教学指导委员会审定
高等学校体育建筑管理专业课程系列统编教材

体育场馆自动化管理

赵　煌　李福军　主编
刘　英　副主编

人民体育出版社

图书在版编目(CIP)数据

体育场馆自动化管理 / 赵煌，李福军主编．-北京：人民体育出版社，2009
(高等学校体育建筑管理专业课程系列统编教材)
ISBN 978-7-5009-3812-5

Ⅰ.体… Ⅱ.①赵… ②李… Ⅲ.①体育场-管理-自动化系统-高等学校-教材②体育馆-管理-自动化系统-高等学校-教材 Ⅳ.G818

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 238023 号

*

人民体育出版社出版发行
三河兴达印务有限公司印刷
新 华 书 店 经 销

*

850×1168 32 开本 14 印张 365 千字
2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷
印数：1—3,000 册

*

ISBN 978-7-5009-3812-5
定价：28.00 元

社址：北京市崇文区体育馆路 8 号（天坛公园东门）
电话：67151482（发行部） 邮编：100061
传真：67151483 邮购：67118491
(购买本社图书，如遇有缺损页可与发行部联系)



编 委 会



序

奥林匹克精神是人类进步与文明的象征，奥林匹克建筑则是人类智慧的结晶与社会发展的标志。奥林匹克建筑史为人类留下了众多辉煌而灿烂的体育文化遗产，也记载了人类文明不断发展的足迹。

奥林匹克精神追求体育运动和文化与教育相融合，强调体育文化应为人的全面发展服务。把体育建筑管理作为一门科学进行系统的研究，虽说只是20世纪末的事，但奥林匹克体育建筑管理的实践从古至今已有上千年的历史，并伴随着人类的进步而飞速地发展。

体育建筑管理之所以成为一门新兴的体育学科，是因为有其特殊的研究对象和特有的研究内容，并在社会发展中具有特殊的地位和作用。21世纪初，西安建筑科技大学创办了第一个体育建筑管理新学科，填补了我国高等教育领域中的一项空白。体育建筑管理作为一门新兴的交叉性学科，它融体育学、建筑学、管理学等学科为一体，经十载艰苦探索，其体系已初步构建并得到业界的广泛认可。这是因为中国社会的进步、经济的增长、体育事业的发展、体育组织的运

行都需要体育建筑，都需要高效的体育建筑管理，更需要大量的高层次的体育建筑管理人才。因此，关心和支持体育建筑与管理，是当今体育高等教育的一项义不容辞的责任。

体育建筑管理专业课程系列统编教材以科学发展观为指导，试图对体育建筑管理所涉及的各个领域进行系统的阐述，初步构建体育建筑管理学科的课程体系和教学内容，为我国体育建筑管理的学科建设和专门人才培养奠定初步基础。

自21世纪初创办体育建筑管理学科以来，经过体育、建筑、管理等多学科领域专家学者的辛勤耕耘，在2008年北京奥运会之际，我国第一套（10本）体育建筑管理专业课程系列统编教材编撰完成并问世，实属难能可贵。我真诚地期待系列教材能够在为我国培养高层次的体育建筑管理人才过程中不断完善和进步。

中国工程院院士　西安建筑科技大学校长

徐德龙

前 言

为了适应体育建筑管理学科的快速发展，经过体育、建筑、管理等多学科的专家、学者多年的潜心研究与耕耘，终于完成了我国第一套《高等学校体育建筑管理专业课程系列统编教材》的编撰工作。

这一系列教材共10本，在编撰过程中，我们坚持“守正创新、拓宽口径、整体优化、突出特色”和编审分离的原则，注重对相关交叉学科方面的设计，在教材结构与内容上突出“先进性、融合性、扩展性”的特点，力求全面反映体育科学的新发展，注意吸收国内外优秀教材的长处，加大实用案例引用，并附有相关文献、思考与练习，从多方面强化学生学习的主体性，为体育建筑管理学科更好地实现培养复合型人才的总目标做了一些实质性的探索。

本系列教材的编委会成员，主要由教育学、工学、管理学三大学科门类，以及体育学、建筑学、土木工程、环境科学与工程、材料工程、自动化、管理科学与工程等8个一级学科的50多位教师组成，其中有50%以上的教师为博士、硕士研究生导师，这支高水

平复合型的作者队伍，是这套系列教材能够实现多学科融合和高质量的最大保障。

《体育场馆自动化管理》由赵煌、李福军担任主编，刘英担任副主编，李昌华担任主审。参加编撰的有王德炜、由文华、苏仕君、肖勇强、马斌齐、贾丽欣、韩玚、王秋鹏等。本系列教材的出版，得到了全国高等学校体育教学指导委员会的关心与指导，在此向所有参与、关心、支持和协助本套系列教材编写出版的单位、领导和教师，以及提供参考和引用其有关学术著作及研究成果的作者表示诚挚的谢意。由于该教材是在探索中编撰出版的，不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编委会主任　王德炜



目　录





绪 论

体育场馆自动化管理是体育产业信息化的重要组成部分，在现代西方发达国家，场馆自动化管理早已兴起，但在我国体育场馆管理自动化还是近年才出现的新鲜事物。随着社会的进步，现代社会对信息的需求量越来越大，信息传递速度也越来越快。21世纪是信息化的世纪，目前推动世界经济发展的主要力量是信息技术、生物技术和新材料技术，其中信息技术对人们的经济、政治和社会生活影响最大，信息业正逐步成为社会的主要支柱产业，人类社会的进步将依赖于信息技术的发展和应用。

近年来，电子技术（尤其是计算机技术）和网络通信技术的发展，使社会高度信息化，在体育场馆内部，应用信息技术，使传统的场馆管理和现代高科技相结合，产生了对体育场馆的自动化管理技术，其核心是采用计算机技术对体育场馆内的设备进行自动控制，对信息资源进行管理，为用户提供信息服务，它是体育场馆管理适应现代社会信息化要求的结晶。

一、体育场馆自动化管理的基本要求

体育场馆自动化管理的基本要求是有完整的控制、管理、维护和通信设施，便于进行环境控制、安全管理、监视报警，并有利于提高工作效率、激发人们的创造性。即：办公设备自动化、智能化，通信系统高性能化，场馆建筑柔性化，体育场馆管理服务自动化。

体育场馆自动化管理提供的环境应该是一种优越的比赛、训练、教学、娱乐环境和高效率的工作环境，主要体现在如下几个方面：

（1）舒适性。当人们在体育场馆中比赛、训练、教学、娱乐和工作（包括公共区域）时，无论是心理上还是生理上均应感到舒适，为此，空调、照明、噪音、绿化、自然光及其他环境条件应达到较佳或最佳状态。

（2）高效性。能够提高办公业务、通信、决策方面的工作效率，节省人力、时间、空间、资源、能耗、费用，以及体育场馆所属设备系统使用管理的效率。

（3）方便性。除了集中管理和易于维护外，还应具有高效的信息服务功能。

（4）适应性。对办公组织机构、办公方法和程序的变更以及设备更新的适应性强，当网络功能发生变化和更新时，不妨碍原有系统的使用。

（5）安全性。除了要保证生命、财产、体育场馆安全外，还要考虑信息的安全性，防止信息网中发生信息泄露和被干扰，特别是防止信息数据被破坏、被篡改，防止黑客入侵。



(6) 可靠性。选用的设备硬件和软件技术成熟，运行良好，易于维护，当出现故障时能及时修复。

二、体育场馆自动化管理的内容

体育场馆自动化管理的内容应包括：

第一，具有信息处理功能。

第二，各种信息应能进行通信。

第三，能对体育场馆内照明、电力、暖通、空调、给排水、防灾、安保、停车场等设备或设施进行综合自动控制。

第四，能实现各种设备运行状态监视和统计记录的设备自动化管理，并实现以安全状态监视为中心的最优控制。

三、体育场馆自动化管理的优越性

和普通体育场馆相比，具有自动化管理功能的体育场馆的优越性体现在以下几个方面：

第一，具有良好的信息接收和反应能力，提高工作效率。

第二，提高体育场馆的安全性。

第三，具有良好的节能效果。对空调、照明等设备的有效控制，不但提供了舒适的环境，还有显著的节能效果（一般节能达 15%～20%）。

第四，改进对体育场馆的日常管理和运营。

四、体育场馆自动化管理的基本概念

目前，世界上对体育场馆自动化管理的提法很多，但大致可以归纳为使用综合计算机、信息通信等方面的最先进技术，使体育场馆内的电力、空调、照明、通信、安全、比赛、办公和场馆外的停车、票务系统等能够协调工作，实现体育场馆的综合自动化管理。

第一篇　体育场馆自动化管理基础

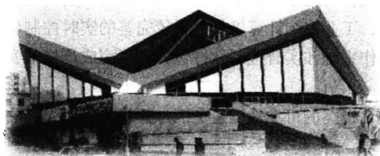
随着计算机技术、信息技术和控制技术的高速发展和广泛应用，体育建筑在自动化方面取得了巨大进展，体育场馆自动化管理技术是将体育场馆内各种控制系统集成在一个管理平台上，通过计算机网络，实现系统间信息、资源和任务的共享。体育建筑自动化的管理在很大程度上依赖于计算机技术的发展，特别是工业控制计算机技术的发展，很好地了解和掌握必要的工业控制计算机技术基础知识及计算机网络知识，对于管理和维护体育场馆中自动化设备，有着至关重要的作用。





第一章　工控机在体育场馆中的应用

工控机全称工业控制计算机（Industrial Personal Computer）是专门为工业现场而设计的计算机。工控机作为控制设备，通常用于以过程控制为主的自动化工程，是对生产过程及其机电设备、工艺装备进行检测与控制工具的总称。现代化的体育场馆具有智能、自动、高效和节能的特点，主要由现代化的设备和设施组成，它们是体育场馆实现现代化管理的物质基础。其中，工业控制计算机作为现代化体育场馆现代化设备和设施的核心，具有举足轻重的作用。



第一节　体育场馆工控系统概述

工业控制计算机是体育场馆自动化工具中最重要的设备。在体育建筑自动化控制方面，计算机最早用在模拟控制系统中起监控作用，它对监控过程进行周期扫描，向操作人员显示全过程的信息，并通过计算为模拟量调节器设置给定值。1962年，英国首先采用计算机实现了化工厂的直接数字控制，此后计算机控制在工业领域以及体育场馆中得到了越来越广泛的应用。

工业控制计算机与一般通用计算机相比，具有如下特点：

第一，工业控制计算机的控制对象一般都是实时变化的，为了及时应付被控对象随时发生的变化，计算机在某一限定的时间内必须完成规定处理的动作，通常要求工业控制计算机具有实时性。

第二，工业控制计算机为完成对生产过程的检测和控制，必须配有完善的过程接口子系统（即过程输入输出设备）。

第三，工业控制计算机具有比较完善的实时控制软件，包括实时操作系统和实时控制软件包，借以完成严格的实时处理功能。

第四，极高的可靠性以避免因计算机故障而引起的事故。

一、自动控制概念

通常所说的自动控制是指在没有人直接参与的情况下，利



用外加的设备或装置（控制器或控制装置），使机器设备或生产过程（被控对象）的某个工作状态或参数（被控量）自动地按照预定的规律运行。而自动控制系统，就是将被控对象和控制装置按照一定的方式组合起来组成一个整体，从而实现复杂的自动控制任务。

现代意义上的自动控制开始于瓦特的蒸汽机。据说英国人组考门比瓦特先发明了蒸汽机，但是蒸汽机的转速控制问题没有解决，如果转速飞升，机器损坏不说，还可能出大事故。瓦特在蒸汽机的转轴上安了一个小棍，棍的一端和放气阀连接，小棍下移，减小放气阀的开度，小棍上移，增大放气阀的开度。棍的另一端是一个重锤，棍中间某个地方通过支点和转轴连接。转轴转起来的时候，小棍上的重锤由于离心力的缘故挥起来。转速太高，小棍会挥得很高，放气阀就被按下去，减少蒸汽的流量，转速下降；转速太低，小棍上的重锤挥不起来，小棍上移，放气阀开度增大，转速回升。这样，蒸汽机可以自动保持稳定的转速，既保证安全，又方便使用。也就是因为这个小小的转速调节器，瓦特的名字和工业革命连在了一起。

类似的例子还很多，家居必备的抽水马桶是另一个例子。放水冲刷后，水箱里水位降低，浮子随水面下降，进水阀打开。随着水位的升高，进水阀逐渐关闭，直到水位达到规定高度，进水阀完全关闭，水箱的水正好准备下一次使用。这是一个非常简单但非常巧妙的水位控制系统，是一个经典的设计。

这些控制系统设计巧妙，工作可靠，但是在实际应用中，不可能每次都有这样的创造，所以最好有一个系统的方法，可以解决“所有”的自动控制问题，这就是自动控制的

由来。

二、控制系统基本原理

从小大人就教我们，走路要看路。因为不看路，走路就可能走歪，结果就是东撞西撞的。要是看着路呢？走歪了，也能马上就看到，赶紧调整脚步，走回到正道上来。这里有自动控制里的一个重要概念——反馈（Feedback）。

反馈是一个过程。就走路的例子来说：

（1）设定目标。就是前进的路线。

（2）测量状态。眼睛看着路，就是在测量自己的前进方向。

（3）将测量到的状态和设定的目标比较，把眼睛看到的前进方向和心里想的前进方向作比较，判断前进方向是否正确，如果不正确，相差有多少。

（4）调整行动。在心里根据实际前进方向和设定目标的偏差，决定调整的量。

（5）实际执行。也就是实际挪动脚步，重回正确的前进方向。

反馈过程也叫闭环（Closed Loop）过程。既然有闭环，自然就有开环（Open Loop）。开环就是没有反馈的控制过程，设定一个控制作用，然后就执行，不根据实际测量值进行校正。开环控制只有对简单的过程有效，例如，洗衣机和烘干机按定时控制，到底衣服洗得怎么样，烘得干不干，完全取决于开始时的设定。

由计算机组成的控制系统是由常规仪表控制系统演变而来



的，传统常规仪表组成的自动控制系统根据不同的控制要求，和上面的叙述一样，一般分成闭环控制系统与开环控制系统两种结构形式。

（一）闭环控制系统原理

若系统中的存在信号的反向传递，通过测量装置使信号流构成闭合回路，则这样的系统称为闭环控制系统，又称为反馈控制系统。

如图 1 所示，闭环控制系统中，测量变送器对被控对象（指受操纵、控制的机器设备或生产过程）进行检测，把被控量如温度、压力等物理量转换成电信号再反馈到控制器中，控制器将此测量值与给定值进行比较形成偏差输入，并按照一定的控制规律产生相应的控制信号，驱动执行器工作，执行器产生的操纵信号使被控对象的被控量跟踪趋近给定值，从而实现自动控制稳定工作的目的。由于信号传递形成了闭合回路，所以称其为是按偏差进行控制的闭环反馈控制系统。

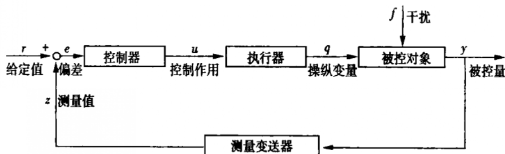


图 1　闭环控制系统原理

(二) 开环控制系统原理

若系统中的信号只从控制装置向被控对象传递，而无反向传递，则这样的系统称为开环控制系统。

如图 2 所示，开环控制系统不同于闭环系统，它不需要被控对象的测量反馈信号，控制器直接根据给定值驱动执行器去控制被控对象，所以这种信号的传递是单向的。

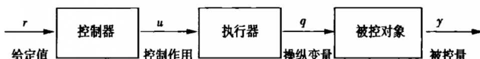


图 2　开环控制系统原理

一般来说，开环控制结构简单、成本低、工作稳定。因此，当系统的输入信号及扰动作用能预先知道并且系统要求精度不高时，可以采用开环控制。由于开环控制系统不能自动消除被控量与给定值之间的偏差，因此系统的元件参数变化以及外来未知扰动对控制精度的影响较大，且其控制性能不如闭环系统。

(三) 计算机闭环控制系统原理

在计算机闭环控制系统中，把图 1 中的控制器用控制计算机及 A / D（Analog Signal / Digital Signal，模 / 数）转换接口与 D / A（Digital Signal / Analog Signal，数 / 模）转换接口代替，由于计算机采用的是数字信号传递，而一次仪表多采用



模拟信号传递，因此需要有 A / D 转换器将模拟量转换为数字量作为其输入信号，以及 D / A 转换器将数字量转换为模拟量作为其输出信号。计算机闭环控制系统工作时，对来自测量变送器的被控量的瞬时值进行实时采集和输入，控制计算机对采集到的被控量进行分析、比较和处理，按一定的控制规律运算并进行控制决策，加工处理完成后，适时地对执行器发出控制信号，完成监控任务。

如图 3 所示，测量变送器代替人眼或其他感官的功能去测量被控量，并转换成便于处理的信号。控制计算机代替人的大脑对测量变送器送来的信号进行比较、分析、运算、判断等工作，并按计算结果发出控制信号。而执行器则代替人手和脚的功能，起到接受控制装置发出的控制信号去操纵被控对象的控制量以达到对被控参数实施控制的目的。

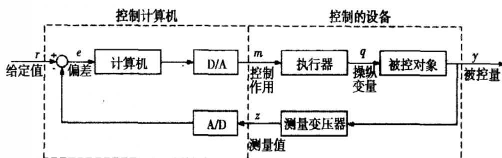


图 3 计算机闭环控制系统原理

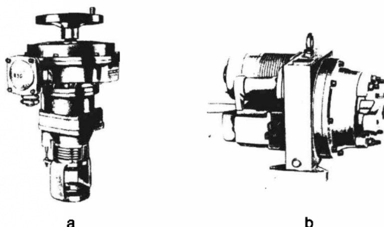
(四) 体育场馆中常见的执行器

调节阀又称为调节机构，它和执行机构一起构成执行器，是过程控制系统中一个重要的组成部分。它依据来自调节仪

表的控制信号而改变执行机构输出的角位移或直线位移，并通过调节机构改变被调介质的流量，保持生产过程满足预定的要求。

执行器一般可分为电动执行器、气动执行器和液动执行器。其中电动执行器应用广泛，且电动执行器的使用比例亦越来越大。

电动执行器又称电动阀门（图 4 中的 a，b），是以电动机为动力元件，将控制器输出信号转换为阀门的开度，它是一种连续动作的执行器。



a　　　　b

图 4　电动执行器

在以电动执行器作为最终执行装置的自动控制系统中，传统的方法是以调节仪表输出的模拟信号去控制电动执行器动作。在计算机控制系统中，人们也是将计算机输出的数字信号经过 D / A 转换器转换成模拟信号后再去控制电动执行器动作。实际上，不管是用普通继电器来实现的有触点开关信号，还是用可控硅或固态继电器来实现的无触点开关信号，由调节仪表输出的模拟信号加到伺服放大器进行比较放大后，最终加



到执行器电机上的仍然是开关信号（数字信号）。

在体育场馆中的一些机电设备上，电动阀门用于液体的控制，如给排水系统中的水量调节等。其基本原理如图5所示。

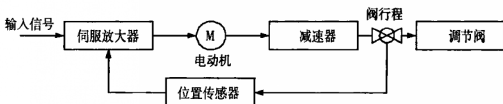


图5　执行器工作基本原理

电动阀门在工作时，接收上位机的控制信号，经伺服放大器将其转换成为电机的控制电压，并通过减速器连接到调节阀上，与此同时，调节阀的位置信号反馈到伺服放大器，形成闭环控制形式。伺服放大器比对调节阀位置信号，连续控制电机，最终使调节阀达到规定的位置。

三、工控计算机的组成

工业控制计算机系统的组成与一般民用计算机的组成相似，也是由硬件系统和软件系统两大部分组成。

（一）硬件系统

硬件系统包括：主机、常规外部设备、过程输入/输出通道、操作台和通信设备组成。其中主机由CPU、RAM、ROM和系统总线组成。常规外部设备由输入/输出设备、外存储器

等组成，过程输入 / 输出通道主要是由数模（D / A）/ 模数（A / D）转换器组成，操作台由显示器、操控键盘等组成，通信设备主要由网络交换机、网卡等组成，如图 6 所示。

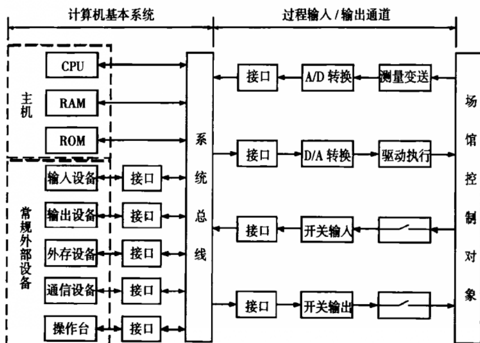


图 6　工控机硬件系统组成

（二）软件系统

硬件仅为计算机控制系统的躯体，要使计算机正确地运行解决各种问题，必须为它编制软件。

所谓软件是指完成各种功能的计算机程序的总和，它是计算机控制系统的神经中枢，整个系统的动作都是在软件程序指挥下协调工作的。

软件通常分为系统软件和应用软件两大类。系统软件一



般由计算机厂家提供，是专门用来使用和管理计算机本身的程序，应用软件是用户针对控制过程而编制的各种应用程序。

第二节　体育场馆中工控系统的类型

体育场馆中工控系统主要指采用集中管理、分散控制策略的计算机控制系统，它以分布在现场的数字化控制器或计算机装置完成对被控设备的实时控制、监测和保护任务，具有数据处理、显示、记录及显示报警等功能。

一、数据采集系统

数据采集系统（Data Acquisition System，简称 DAS）是计算机应用于过程控制最早、也是最基本的一种类型，如图 7 所示，生产过程中被控对象的参数经测量仪表和 A / D 通道巡回采集后送入计算机，由计算机对这些数据进行分析和处理，并按操作要求进行屏幕显示、制表打印和越限报警。在体育场馆中，常将数据采集系统用于比赛过程中，如鹰眼系统。例如，在网球比赛中，有鹰眼系统的摄像机采集网球运动的轨迹，当运动员在比赛中对出界球产生异议时，在操作人员的控制下，将网球运动轨迹通过场馆大屏幕重新播放出来，以作为网球是否出界的判断依据。

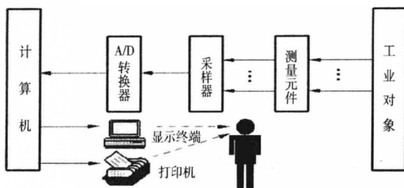


图7 数据采集系统

二、操作指导控制系统

操作指导控制系统（Operation Guides Control，简称OGC）是基于数据采集系统的一种开环结构，如图8所示。

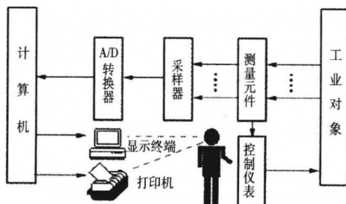


图8 操作指导控制系统

计算机根据采集到的数据以及工艺要求进行最优化计算，计算出的最优操作条件，并不直接控制被控对象，而是显示或



打印出来，操作人员据此去改变各个控制器的给定值或操作执行器，以达到操作指导的作用。它相当于模拟仪表控制系统的手动与半自动工作状态。操作指导控制系统的优点是结构简单、控制灵活和安全。缺点是要由人工操作，速度受到限制，不能同时控制多个回路。这种系统常见于对体育场馆中设备的慢参数控制，如空调控制。在体育场馆中，空调系统的测量装置将测量结果进行加工、处理，并以屏幕显示的形式向操作人员汇报，操作人员根据屏幕显示，人工操作空调系统。

三、直接数字控制系统

直接数字控制系统（Direct Digital Control，简称 DDC）是一个构造简单、操作容易的控制设备，可实现高度集中的数字控制。直接数字控制系统采用全光电隔离、电源电压监视、瞬间脉冲干扰抑制、数字滤波、看门狗等多种抗干扰措施，可靠性和性价比高，操作简单，多用于体育场馆的中央空调、新风机组、给排水换热站等机电设备的温度、湿度、压力、流量等测量控制。

直接数字控制系统也叫现场控制器，是计算机在工业生产过程中最普遍的一种应用方式，是体育场馆自动化系统中最基本的控制单元。其主要功能是接收安装于各类机电设备上的各种传感器（检测器、变送器）发出的数据，按控制器内部预先设置的参数和预先编制的控制程序来进行相应的运算（如 PID、最优值、延时等），并对各类机电设备进行控制。由于直接数字控制系统中的计算机直接承担控制任务，因而要求其实时性好、可靠性高和适应性强。

如图 9 所示，直接数字控制系统通过输入通道采集实时数据，可以完成对多个被控参数的数据采集，而且能按一定的控制规律进行实时决策，并通过输出通道发出控制信号，实现对生产过程的闭环控制。例如，在场馆的照明系统中，采用直接数字控制系统控制，可实现大面积灯光的自动开关或调光，当比赛场地有不同用途时，灯光的照度按照预先设定的程序，可实现自动调整。

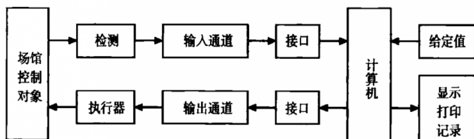


图 9　直接数字控制系统

四、监督计算机控制系统

监督计算机控制系统（Supervisory Computer Control，简称 SCC）是操作指导控制系统与常规仪表控制系统或与直接数字控制系统综合而成的两级系统。

监督计算机控制系统有两级控制，第一级用直接数字控制系统或模拟调节器，完成直接控制；第二级为监督计算机控制系统，根据反映生产过程状况的数据和数学模型进行必要的计算，给直接数字控制系统或模拟调节器提供各种控制信息，如



最佳给定值和最优控制量等，如图 10 所示。显然，这属于计算机在线最优控制的一种形式，当上位机出现故障时，可由下位机独立完成控制。下位机直接参与生产过程控制，其实时性好，可靠性高和抗干扰能力强。而上位机承担高级控制与管理任务，具有数据处理能力强、存储容量大的特点。

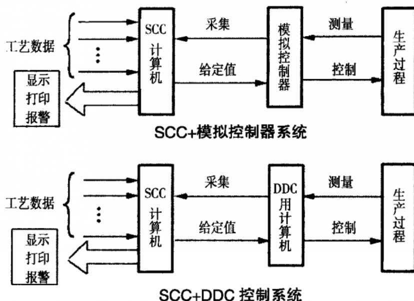


图 10　监督计算机控制系统

监督计算机控制系统在输入计算方面与操作指导控制系统基本相同，不同的是在监督计算机控制系统中，计算机的输出可不经过系统管理人员的参与，而直接按指定方式对生产过程施加影响。它可以根据生产过程的状态、环境、条件等因素，按事先规定的控制模型计算出生产过程的最优给定值，并据此对模拟式调节仪表或下一级直接数字控制系统进行自动管理，使生产过程始终在最优状况下工作。例如，在上海大师杯网球比赛使用的网球馆中，就采用了监督计算机控制系统对空调系

统进行了控制，既可以按照事先程序设定，自动解决网球馆内的温度、湿度调节，还可以人为临时设定不同的调控区域，由监督计算机控制系统上位机自动计算对下位机的最佳控制参数，通过下位机完成对不同调控区域的温度控制任务。

五、分散控制系统

分散控制系统（Distributed Control System，简称 DCS）是以微处理器为基础，借助于计算机网络对生产过程进行集中管理和分散控制的先进计算机控制系统。由于早期开发的分散控制系统在体系结构上具有分散式系统的特征，因此国外将该类系统取名为分散控制系统，国内将其称为集散型控制系统，或者是分布式控制系统。分散控制系统是一个由过程控制级和过程监控级组成的以通信网络为纽带的多级计算机系统，综合了计算机、通信、显示和控制等技术，其基本思想是分散控制、集中操作、分级管理、配置灵活以及组态方便（图 11）。

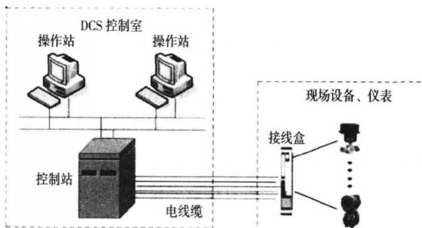


图 11　分散控制系统



分散控制系统具有以下特点：

第一，可靠性高。由于分散控制系统将系统控制功能分散在各台计算机上实现，系统结构采用容错设计，因此某一台计算机出现的故障不会导致系统其他功能的丧失。此外，由于系统中各台计算机所承担的任务比较单一，可以针对需要实现的功能采用具有特定结构和软件的专用计算机，从而使系统中每台计算机的可靠性也得到提高。

第二，开放性好。分散控制系统采用开放式、标准化、模块化和系列化设计，系统中各台计算机采用局域网方式通信，实现信息传输。当需要改变或扩充系统功能时，可将新增计算机方便地连入系统通信网络或从网络中卸下，几乎不影响系统其他计算机的工作。

分散控制系统从理论角度提供了一种控制多个不同区域、多个控制对象的管理方法，其核心是集中管理、分散控制的思想。因此，广泛地应用在各种自动化控制环境中。例如，在体育场馆中，对多块场地灯光的控制，各个场地灯光可以独立操作，也可以受控于中央管理系统，统一指挥、统一调度。

六、现场总线控制系统

现场总线控制系统（Fieldbus Control System，简称 FCS）是由分散控制系统与可编程逻辑控制器发展而来。现场总线控制系统不仅具备分散控制系统与可编程逻辑控制器的特点，而且跨出了革命性的一步。目前，新型的分散控制系统与新型的可编程逻辑控制器，都有向对方靠拢的趋势。新型的分散控制系统已有很强的顺序控制功能；而新型的可编程逻辑控制器在

处理闭环控制方面也不差，并且两者都能组成大型网络，分散控制系统与可编程逻辑控制器的适用范围，已有很大的交叉。分散控制系统的关键是通信。也可以说数据通路是分散控制系统的脊柱。由于它的任务是为系统所有部件之间提供通信网络，因此，数据通路自身的设计就决定了总体的灵活性和安全性。数据通路的媒介可以是双绞线、同轴电缆或光纤电缆，通过数据通路的设计参数，基本上可以了解一个特定分散控制系统的相对优点与弱点。为保证通信的完整，大部分分散控制系统厂家都能提供冗余数据通路。为了保证系统的安全性，使用了复杂的通信协议和检错技术。所谓通信协议就是一组规则，用以保证所传输的数据被接收，并且应与发送的数据一样。

现场总线控制系统是新一代分布式控制结构。该系统改进了分散控制系统成本高和由于各厂商的产品通信标准不统一而造成的不能互联等弱点，采用集管理控制功能于一身的工作站与现场总线智能仪表的二层结构模式，把原分散控制系统控制站的功能分散到智能型现场仪表中去，形成一个彻底的分散控制模式。它的结构组成如图 12 所示。

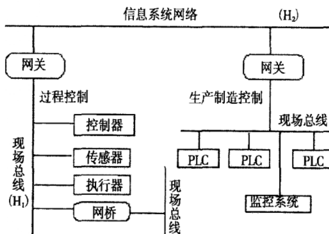


图 12　现场总线控制系统



每个现场仪表（例如变送器、执行器）都作为一个智能节点，都带有 CPU 单元，可分别独立完成测量、校正、调节、诊断等功能，靠网络协议把它们连接在一起统筹工作。

现场总线是控制计算机、通信技术的交叉与集成，几乎涵盖了所有连续、离散工业领域。但是由于各个厂商对现场总线的标准不同，限制了它的使用和发展。目前，工业以太网的出现正在逐步替代现场总线控制系统而成为新一代的分散控制系统。

第三节　体育场馆中的工控设备类型

体育场馆中的工控设备种类繁多，常见的有各种自动化仪表、传感器、控制器、变压器、电机和继电器等设备。

一、可编程逻辑控制器

可编程逻辑控制器（简称可编程控制器或 PLC），是计算机技术与继电逻辑控制概念相结合的产物，其低端为常规继电逻辑控制的替代装置，而高端为高性能的工业控制计算机。它主要由 CPU、存储器、输入组件、输出组件、电源及编程器等组成。外观如图 13 所示。

可编程逻辑控制器采用可以编制程序的存储器，用于在其内部存储、执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出控制各

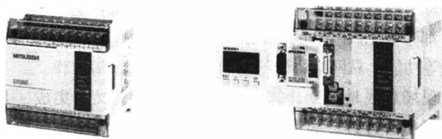


图 13　可编程逻辑控制器外观

种类型的机械或生产过程。可编程逻辑控制器具有系统构成灵活、扩展容易、编程简单、调试容易、抗干扰能力强的特点。

二、可编程调节器

可编程调节器又称单回路调节器、智能调节器、数字调节器。它主要由微处理单元、过程 I/O（输入/输出）单元、面板单元、通信单元、硬件操作单元和编程单元等组成，如图 14 所示。

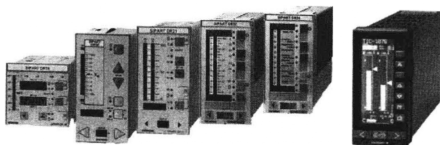


图 14　可编程调节器外观

可编程调节器是一种仪表化了的微型控制计算机，特点是易操作、易编程、方便灵活。可编程调节器设计时无需考虑接口和通信的硬件设计，在软件编程上也只需使用一种面向问题的组态

语言，具有断电保护、自诊断、通信等功能。适合用于大型分散控制系统中最基层的控制单元和对连续模拟量信号的控制系统。

三、总线式工控机

总线式工控机是基于总线技术和模块化结构的一种专用于工业控制的通用型计算机，一般称为工业控制计算机，简称为工业控制机或工控机。通常，计算机的生产厂家是按照某个总线标准，设计制造出若干符合总线标准、具有各种功能的各式模块，而控制系统的设计人员则根据不同的生产过程与技术要求，选用相应的功能模块组合成自己所需的计算机控制系统。总线式工控机的外观如图 15 所示。

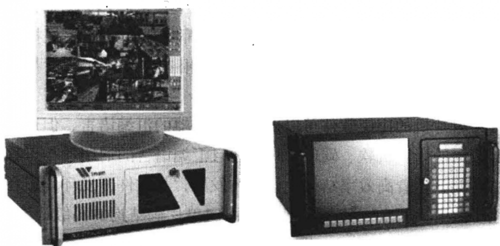


图 15 总线式工控机外观

与普通计算机不同的是，它的外壳采用全钢标准的工业加固型机架机箱，机箱密封并加正压送风散热，机箱内原普通计

算机的大主板变成通用的底板总线插座系统，将主板分解成几块计算机插件，采用工业级抗干扰电源和工业级芯片，并配以相应的工业应用软件。

总线式工控机具有小型化、模板化、组合化、标准化的设计特点，能满足不同层次、不同控制对象的需要，又能在恶劣的工业环境中可靠地运行。因而，它广泛应用于各种控制场合，尤其是十几到几十个回路的中等规模的控制系统中。

四、单片微型计算机

随着微电子技术与超大规模集成技术的发展，计算机技术的另一个分支，超小型化的单片微型计算机（Single Chip Microcomputer，简称单片机）诞生了。它是将 CPU、存储器、串并行 I/O 口、定时/计数器、甚至 A/D 转换器、脉宽调制器、图形控制器等功能部件全都集成在一块大规模电路芯片上，构成了一个完整的、具有相当控制功能的微控制器。

单片机的应用软件可以采用面向机器的汇编语言，但这需要较深的计算机软、硬件知识，而且汇编语言的通用性与可移植性差。随着高效率结构化语言的发展，其软件开发环境正在逐步改善。目前，市场上已推出面向单片机结构的高级语言，如早期的 Archimedes C 和 Franklin C，现在的 Keil C51、Dynamic C 等语言。

由于单片机具有体积小、功耗低、性能可靠、价格低廉、功能扩展容易、使用方便灵活、易于产品化等诸多优点，特别是强大的面向控制的能力，使它在工业控制、智能仪表、外设



控制、家用电器、机器人、军事装置等方面得到了极为广泛的应用。

单片机的应用从4位机开始，历经8位、16位、32位四种。但在小型测控系统与智能化仪器仪表的应用领域里，8位单片机因其品种多、功能强、价格廉，目前仍然是单片机系列的主流机种。

五、自动化仪表安装和维护注意事项

自动化仪表将传统的控制器控制技术、计算机技术和通信技术融为一体，具有控制功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于扩展等优点，但在使用时由于工业现场的工作环境恶劣，干扰源众多，如大功率用电设备的起动或停止引起电网电压的波动形成低频干扰，电焊机、电机的电刷等通过电磁耦合产生的工频干扰等，都会影响自动化仪表的正常工作。尽管自动化仪表是专门在现场使用的控制装置，在设计制造时已采取了很多措施，使它对干扰环境比较适应，但是为了确保整个系统稳定可靠，还是应当尽量使自动化仪表有良好的工作条件，并采取必要的抗干扰措施。

自动化仪表在安装和维护时应注意的问题：

（一）自动化仪表的安装

自动化仪表适用于大多数体育场馆现场，但它对使用场合、环境温度等还是有一定的要求。改善自动化仪表的工作环境，可以有效地提高它的工作效率和寿命。在安装自动化仪表

时，要避开下列场所：

(1) 环境温度在0～50℃的范围之外。

(2) 相对湿度超过85%或者存在露水凝聚（由温度突变或其他因素所引起的）。

(3) 太阳光直接照射。

(4) 有腐蚀和易燃的气体，例如，氯化氢、硫化氢等。

(5) 有大量铁屑及灰尘。

(6) 频繁或连续的振动。

(7) 超过10克（重力加速度）的冲击。

为了使控制系统工作可靠，通常把自动化仪表安装在有保护外壳的控制柜中，以防止灰尘、油污、水溅。同时，为了保证自动化仪表在工作状态下其温度保持在规定环境温度范围内，应有足够的通风空间。如果周围环境超过55℃，要安装电风扇，强迫通风以降低温度。

为了避免其他外围设备的电干扰，自动化仪表应尽可能远离电源、高压电源线和高压设备，自动化仪表与高压设备和电源线之间应留出至少200毫米的距离。

当自动化仪表垂直安装时，要严防导线头、铁屑等从通风窗掉入自动化仪表内部，造成印刷电路板短路，使其不能正常工作甚至永久损坏。

（二）电源接线

大多数自动化仪表供电电源为50Hz、220V±10%的交流电。如果电源发生故障，中断时间少于10毫秒，自动化仪表工作一般不会受到影响。若电源中断超过10毫秒或电源电压下降超过允许值，则自动化仪表停止工作，所有的控制点均同

时断开。

对于电源线来的干扰，自动化仪表本身具有足够的抵制能力。如果电源干扰特别严重，可以安装一个变比为1:1的隔离变压器，以减少设备与地之间的干扰。

(三) 接　地

良好的接地是保证自动化仪表可靠工作的重要条件。通过接地，可以避免偶然发生的电压冲击危害。为了抑制加在电源及输入端、输出端的干扰，应给自动化仪表接上专用地线，接地点应与动力设备（如电机）的接地点分开。若达不到这种要求，也必须做到与其他设备公共接地，禁止与其他设备串联接地，且接地点应尽可能靠近自动化仪表设备。

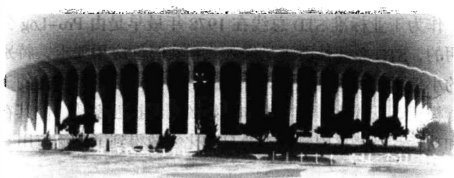
思考题

1. 简述工业控制计算机与普通计算机系统的异同。
2. 计算机控制系统与常规仪表控制系统的主要异同点是什么？
3. 分析说明体育场馆中计算机控制系统的硬件组成及其作用。
4. 计算机控制系统的软件由哪些部分构成？
5. 按控制方案来分，体育场馆中计算机控制系统划分成哪几大类？
6. 在体育场馆中计算机控制装置可以分成哪几种机型？



第二章　体育场馆中工控机的总线与接口

在体育场馆中，工业控制计算机的总线与接口是整个工控机系统内部与外部之间、部件与部件之间、设备与设备之间、系统与外部设备之间连接的桥梁。在体育场馆自动化管理系统中，对于管理和维护自动化设备，了解工控计算机总线与接口知识是非常必要的。



第一节　体育场馆中工控机的系统总线

任何一个工控机都要与一定数量的部件和外围设备连接，如果将各部件和每一种外围设备都分别用一组线路与工控机直接连接，那么连线将会错综复杂，甚至难以实现。为了简化硬件电路设计和系统结构，常用一组线路，配置以适当的接口电路与各部件和外围设备连接，这组共用的连接线路被称为总线。采用总线结构便于部件和设备地扩充，尤其制定了统一的总线标准则容易使不同设备间实现互连。采用总线结构是工控计算机系统最显著的特点之一。

一、STD 总线

作为工业标准 STD 总线在 1978 年最早是由 Pro-Log 公司发明的，STD 总线性能满足嵌入式和实时性应用要求，特别是它的小板尺寸、垂直放置无源背板的直插式结构、丰富的工业 I/O 模板、低成本、低功耗和良好的可维护性设计，使其在空间和功耗受到严格限制的工业自动化领域得到了广泛应用。

二、ISA 总线

ISA 总线又称 AT 总线，是在早期工控机上配备的扩展系



统总线。ISA 扩展总线的最大速度为 8MHz，最高数据传输率可达 20MB / s。不过 CPU 的执行速度更快，因此要增加额外的等待周期，方能同步扩展总线与 CPU 之间进行数据传递。ISA 总线改善的方式是在总线控制器中增加缓冲器。作为高速的微处理器与较低速的 ISA 总线之间的缓冲器，从而使 ISA 总线可以在比 CPU 速度低得多的环境下工作。

由于 IBM—PC / XT / AT 系统总线的开放性，全世界的 PC（Personal Computer，个人用计算机）制造商纷纷向 IBM—PC 靠拢，从而使 IBM—PC 系列风靡全球。为了满足众多 PC 兼容机厂商的要求，美国电气和电子工程师学会（IEEE）成立了一个委员会，并确定以 PC / AT 总线为标准，称之为工业标准体系结构 ISA （Industry Standard Architecture），即 ISA 总线标准。

为了充分地发挥 80286 的优良性能，同时又要最大限度地与 PC / XT 总线兼容， ISA 总线在原 XT 总线的基础上，又增加了一个 36 脚的扩展槽，将数据总线扩展为 16 位，地址总线扩展到 24 位，将中断的数目从 8 个扩充到 15 个，并提供了中断共享功能，而 DMA 信道也由 4 个扩充到 8 个。从此，这种 16 位的扩展总线一直是各制造厂商严格遵守的标准，至今仍广泛地使用。

三、MCA 总线

长期以来，16 位的 ISA 总线一直处于统治地位，但随着 80386、80486 等 32 位 CPU 的问世，日益显露出 ISA 总线的一些弱点，如 24 位地址线和 16 位数据线与 32 位 CPU 不匹配、

传输速率低、不支持自动配置、不支持总线主控技术及缺乏对多处理器支持等。为了解决上述问题，IBM 公司于 1987 年推出了 32 位微通道结构 MCA（Micro Channel Architecture）总线，并在 PS/2 机上使用。

MCA 总线的特点是：将数据线和地址线都扩展到 32 位，成为标准的 32 位扩展总线系统，同时系统的寻址范围增加到 4GB；它的传输速率为 40MB/s，且具有多总线功能；有总线仲裁机构，可支持多任务处理；支持多处理器，具有并行处理能力；具有附加卡定义档案，易于机器识别和系统诊断；具有可编程任选机制，可自动进行系统配置和安装。

然而，MCA 总线也有令人不满意的地方，首先是它与目前已广泛使用的 ISA 总线不兼容，而且为防止仿制没有公开 MCA 的技术标准，失去了一大批 PC 市场。其次 IBM 公司注册了 MCA 的版权，可观的版权费使得许多厂家望而却步，从而影响了 MCA 总线的推广。虽然 MCA 总线有许多优于传统的设计，也增加了许多新的特殊的功能，但是 MCA 总线的市场占有率却依然不高。

四、EISA 总线

1988 年 9 月，由 Compaq、AST 等九家 PC 生产厂家联合推出了一种与 ISA 兼容的总线标准，称为增强的工业标准体系结构 EISA（Extended Industry Standard Architecture）。由于 EISA 是从 ISA 发展起来的，而且又与 ISA 兼容，并在许多方面参考了 MCA 的设计，受到 PC 众多厂家及用户的欢迎，成为一种与 MCA 相抗衡的总线标准。

EISA总线的主要特点：支持新一代智能总线主控技术，使外设控制卡可以控制系统总线；可以实现32位内存寻址，实现对CPU、DMA和总线控制器的32位数据传送，支持猝发式传输访问，最高数据传输速率为33MB / s；支持电子触发中断方式、多处理器和自动配置等。

正是由于EISA保持了与ISA总线的兼容性，从而保护了人们业已在ISA总线微机硬件和软件上的巨大投资。EISA适合于对总线使用要求较高的系统软件，如Windows、Unix、OS / 2等，也适用于要求数据传输速率高及数据传输量大的应用场合，如高速图形处理、LAN管理和文件服务应用软件等。

五、VL总线（VESA局部总线）

PC的系统总线始于PC / XT总线，经过ISA、MCA及EISA等不断改进，人们主要是想增加寻址与数据传输能力，其次是增加仲裁系统和各类控制信号。随着软件技术上的不断提高，尤其是随着图形处理技术、Windows操作系统和多媒体技术的广泛应用，局部总线开始引起人们的注意。所谓局部总线就是CPU总线，它将CPU芯片、存储器、外围接口器件等连接在一起，构成系统主板或某种CPU插件板，为主系统的各器件之间提供标准的信息接口及高速信息传输通道，并为高速缓存、高速控制卡等服务。

1992年5月，视频电子标准委员会VESA（Video Electronic Standard Association）制定了VL总线（VESA Local总

线）规范（图 16）。VL 总线是当前最流行的高速总线之一。VL 总线的数据宽度为 32 位，其操作频率最高可达 60MHz。VL 总线的优点是：协议简单，传输速率高，能够支持多种硬件，如图形加速器、网络适配器及多媒体控制卡的工作。但是，它的规范性、兼容性和扩展性均较差。

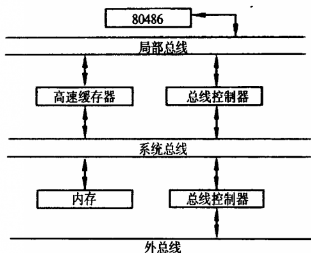


图 16　VL 总线结构

VL 总线的扩展总线分成两个部分，前段的 VL 总线插槽以 33MHz 高速运行，而后端的插槽仍保持 ISA 的所有特性。VL 总线的设计有两个特点：一是外观比其他的接口卡长；二是其数据总线和地址总线通过局部总线与微处理器相连，这样就将数据传输最频繁的数据总线、地址总线与微处理器相连，以达到与微处理器相同的处理速率。这样的连接方式会增加微处理器的负载，即要求微处理器要有较大的功率去驱动 VL 总线。为了防止微处理器因负载太重而不能正常工作甚至被烧毁，80486 主板上限制 VL 总线插槽不能超过三个。



六、PCI 局部总线

1991 年下半年，Intel 公司首先提出了 PCI（Peripheral Component Interconnection）总线的概念，并与 IBM、Compaq、AST、HP、DEC 等公司联合，于 1993 年推出 PC 局部总线标准 PCI 总线。

PCI 是外部设备互连总线，是目前局部总线的最新技术。PCI 总线目前有 4 个主要的标准规格，分别支持 32 位和 64 位，其下又细分为 3.3V 和 5V 两种信号。PCI 总线和 VL 总线一样都是局部总线的设计。运行在 33MHz 下的 PCI 其数据传输率可达到 132MB / s，而 64 位的 PCI 最大数据传输率可达 264MB / s，足以满足高清晰度电视 HDTV 信号和实时的三维虚拟现实（3D Visual Reality）的需要。PCI 总线的新版本支持 66MHz 的工作频率。

PCI 的设计与 VL 总线有较大的区别。PCI 并没有与微处理器直接相连，而是使用桥路（Bridge）把 PCI 与局部总线连接起来。因此，PCI 是位于微处理器的局部总线与标准扩展总线之间的一种总线结构（图 17）。

由于 PCI 是从局部总线中隔离出来的，局部总线信号经过桥路及控制器后，已将 PCI 与局部总线隔开，因而不会出现类似 VL 总线造成负载加重、微处理器过热的问题。同样，由于 PCI 没有局部总线的负载问题，它允许主板有 10 个芯片组负载。

总之，PCI 局部总线具有高性能、兼容性好、不受微处理器品种限制、适合各式机种、低成本、高效益及预留发展空间等优点。

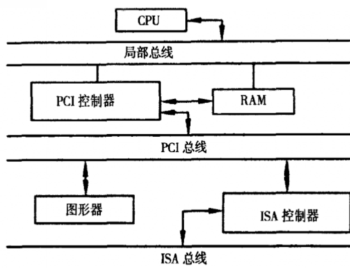


图 17 PCI 局部总线结构

七、USB 通用串行总线

USB 是 Intel、IBM、Microsoft、Compaq、DEC、NEC、Northem Telecom 等七家公司共同制订的串行接口总线标准。它的全称是通用串行总线（Universal Serial Bus），最多可连接 127 台外设，由于 USB 支持热插拔，具有即插即用的优点，所以 USB 接口已经成为计算机的标准接口。

USB 目前有两个版本，USB1.1 的最高数据传输率为 12Mbps，USB2.0 则提高到 480Mbps。注意这里的 bps 是波特率的意思，即每秒钟电平变化的次数。按照每个字节 8 个 bit 大致计算，1MB / s（兆字节 / 秒）=8Mbps（兆位 / 秒），12Mbps=1.5MB / s。USB1.1 和 USB2.0 二者的物理接口完全一致，数据传输率上的差别完全由计算机的 USB Host 控制器以



及 USB 设备决定。USB 可以通过连接线为设备提供最高 5V、500mA 的电力。另外，市面上的某些 USB 相关产品标注为 USB2.0 Full Speed，其实就是 USB1.1，而标注为 USB2.0 High Speed 的才是真正的 USB2.0。

USB2.0 规范是由 USB1.1 规范演变而来的。它的传输速率达到了 480Mbps，相当于 60MB / s，足以满足大多数外设的速率要求。USB2.0 中的“增强主机控制器接口”（EHCI）定义了一个与 USB1.1 相兼容的架构。它可以用 USB2.0 的驱动程序驱动 USB1.1 的设备。也就是说，所有支持 USB2.0 的接口都可以直接使用 USB1.1 的设备，而且像 USB 线、插头等附件也都可以直接使用。

八、VME 总线

VME（Versa Module Eurocard）总线是 Motorola、Mostek、Signetics 及 Thomson 等公司开发的 32 位微机系统总线，于 1985 年定为国际标准。

VME 总线是嵌入式计算机最常用的总线结构，广泛应用于工业控制、航天、电信、医疗等领域。自 VME 总线诞生以来，已经有了数千种 VME 总线产品，并吸引了数百家电路板、硬件、软件和总线接口的制造商。在嵌入式工业应用领域，VME 总线已经成为了应用最广泛的总线结构。

它具有以下特点：

（1）32 位地址总线，可寻址范围为 4.3GB。

（2）32 位数据总线，支持 8 位、16 位、24 位、32 位数据传送。

(3) 异步、非复用传输模式。

(4) 传输速率最大 40MB / s。

(5) 7 条中断请求线，菊花链优先级队列，矢量方式中断。

(6) 4 条总线请求线，菊花链优先级队列。

(7) 主从结构，具有多个主设备的仲裁逻辑结构。

(8) 最多 21 个微处理器。

九、PCMCIA

PCMCIA 是专门用在笔记本计算机或 PDA（掌上电脑）、数码相机等便携设备上的一种接口规范（总线结构）。PCMCIA 是英文“Personal Computer Memory Card International Association”的缩写，PCMCIA 总线分为两类，一类为 16 位的 PCMCIA，另一类为 32 位的 CardBus。

CardBus 是一种用于笔记本计算机的新型高性能 PC 卡总线接口标准，就像广泛地应用在台式计算机中的 PCI 总线一样。该总线标准与原来的 PC 卡标准相比，具有以下的优势：第一，32 位数据传输和 33MHz 操作。CardBus 快速以太网 PC 卡的最大吞吐量接近 90Mbps，而 16 位快速以太网 PC 卡仅能达到 20 ~ 30 Mbps。第二，总线自主。使 PC 卡可以独立于主 CPU 与计算机内存间直接交换数据，这样 CPU 就可以处理其他的任务。第三，3.3V 供电，低功耗。这样提高了电池的寿命，降低了计算机内部的热扩散，增强了系统的可靠性。第四，后向兼容 16 位的 PC 卡。老式以太网和 Modem 设备的 PC 卡仍然可以插在 CardBus 插槽上使用。



十、PC / 104 总线

PC / 104 是一种专门为嵌入式控制而定义的工业控制总线，近年来在国际上广泛流行，被 IEEE 协会定义为 IEEE-P 996.1。

PC / 104 总线是超小型微机所用的总线标准。这种超小型微机体积小，结构紧凑，在各种工业控制、通信控制中很受欢迎。PC / 104 总线上有各种接口，其中有 CPU、显示、网口、音频、CRT、串口、并口、IDE、软驱接口、EL / LCD、多功能口、USB 等。

十一、RS-232-C 总线

RS-232-C 是美国电子工业协会 EIA（Electronic Industry Association）制定的一种串行物理接口标准。RS 是英文“推荐标准”的缩写，232 为标识号，C 表示修改次数。RS-232-C 总线标准设有 25 条信号线，包括一个主通道和一个辅助通道，在多数情况下主要使用主通道，对于一般双工通信，仅需几条信号线就可实现，如一条发送线、一条接收线及一条地线。RS-232-C 标准规定的数据传输速率为每秒 50、75、100、150、300、600、1200、2400、4800、9600、19200 波特。RS-232-C 标准规定，驱动器允许有 2500pF 的电容负载，通信距离将受此电容限制。例如，采用 150pF / m 的通信电缆时，最大通信距离为 15 米；若每米电缆的电容量减小，通信距离可以增加。传输距离短的另一原因是 RS-232 属单端信号传送，

存在共地噪声和不能抑制共模干扰等问题，因此，一般用于20米以内的通信。

十二、RS-485总线

在要求通信距离为几十米到上千米时，广泛采用RS-485串行总线标准。RS-485采用平衡发送和差分接收，因此具有抑制共模干扰的能力。加上总线收发器具有高灵敏度，能检测低至200mV的电压，故传输信号能在千米以外得到恢复。RS-485采用半双工工作方式，任何时候只能有一点处于发送状态，因此，发送电路须由“使能”信号加以控制。RS-485用于多点互连时非常方便，可以省掉许多信号线。应用RS-485可以联网构成分布式系统，其允许最多并联32台驱动器和32台接收器。

十三、IEEE-488总线

IEEE-488总线是并行总线接口标准。IEEE-488总线用来连接系统，如微型计算机、数字电压表、数码显示器等设备。其他仪器仪表均可用IEEE-488总线装配起来。它按照位并行、字节串行双向异步方式传输信号，连接方式为总线方式，仪器设备直接并联于总线上而不需中介单元，但总线上最多可连接15台设备。最大传输距离为20米，信号传输速度一般为500KB / s，最大传输速度为1MB / s。



第二节　体育场馆中的工控机接口

所谓接口（Interface）就是微处理器或微机与外界的连接端口部件，它是CPU与外界进行信息交换时，所必需的电路。例如，源程序或原始数据可通过接口从输入设备送入微机中，而运算结果可通过接口向输出设备送出去；控制命令通过接口发出去，现场状态通过接口取进来，这些来往信息都要通过接口进行变换与传递。换句话说，键盘、显示器、打印机、软磁盘和硬磁盘、光盘都要有自己的接口，这样我们输入的、并经过计算机处理的信息才能得以显现，我们才可以极大地扩充计算机的存储空间。同样，多个工控计算机组成分布式系统，也要通过接口的连接，其多机并行运算可以达到数亿次以上；计算机只有通过接口处理各种各样的自然界模拟信号，才能应用到控制与测试等领域，实现机电仪一体化；将计算机配上接口组成计算机网，实现信息资源共享，使社会信息化。

CPU与外部设备、存储器的连接和数据交换都需要通过接口设备来实现，前者被称为I/O接口，而后者则被称为存储器接口。存储器通常在CPU的同步控制下工作，接口电路比较简单；而I/O设备品种繁多，其相应的接口电路也各不相同，因此，习惯上说到接口是指I/O接口。工控计算机常用接口如图18所示。

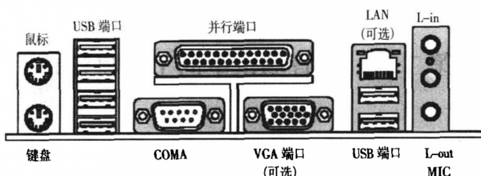


图 18 工控机常用接口

一、并行接口

计算机中的并行接口主要作为打印机端口使用，接口使用25 针 D 形接头。所谓“并行”，是指 8 位数据同时通过并行线进行传送，这样数据传送速度大大提高，但并行传送的线路长度受到限制，因为长度增加，干扰就会增加，容易出错。

目前几乎所有的计算机主板都集成了并行口插座，标注为 Paralle1 或 LPT1，是一个 25 针的双排针插座（图 19）。

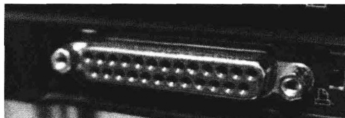


图 19 25 针 D 形插座



二、串行接口

计算机的另一种标准接口是串行口，现在的 PC 一般至少有两个串行口 COM1 和 COM2。串行口不同于并行口之处在于，它的数据和控制信息是一位接一位串行地传送下去。这样，虽然速度会慢一些，但传送距离较并行口更长，因此长距离的通信应使用串行口。通常 COM1 使用的是 9 针 D 形插座（图 20），而 COM2 有些使用的是老式的 D25 针插座。

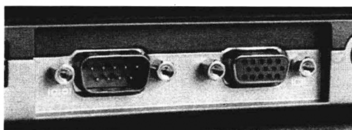


图 20　9 针 D 形插座

三、磁盘接口

（一）IDE 接口

IDE 接口也叫做 ATA 端口，只可以接两个容量不超过 528MB 的硬盘驱动器，接口的成本很低，因此在 386、486 时期非常流行。但大多数 IDE 接口不支持 DMA 数据传送，只能

使用标准的 PCI / O 端口指令来传送所有的命令、状态、数据。几乎所有的主板上都集成了两个 40 针的双排针 IDE 接口插座，分别标注为 IDE1 和 IDE2。

（二）EIDE 接口

EIDE 接口较 IDE 接口有了很大改进，是目前流行的接口。它所支持的外设不再是 2 个而是 4 个了，所支持的设备除了硬盘，还包括 CD-ROM 驱动器磁盘备份设备等；其次，EIDE 标准取消了 528MB 的限制，代之以 8GB 限制；最后，EIDE 有更高的数据传送速率，支持 PIO 模式 3 和模式 4 标准。

四、SCSI 接口

SCSI（Small Computer System Interface）小型计算机系统接口，在工业控制、图形处理和网络服务计算机中被广泛应用。SCSI 接口可以连接 SCSI 接口的硬盘、CD-ROM 驱动器、扫描仪和打印机等，它具有以下特点：

（1）可同时连接 7 个外设。

（2）总线配置为并行 8 位、16 位或 32 位。

（3）允许最大硬盘空间为 8.4GB（有些已达到 9.09GB）。

（4）更高的数据传输速率，IDE 是 2MB / S，SCSI 通常可以达到 5MB / S，FastSCSI（SCSI-2）能达到 10MB / s，最新的 SCSI-3 甚至能够达到 40MB / s，而 EIDE 最高只能达到 16.6MB / s。

（5）成本较 IDE 和 EIDE 接口高很多，而且，SCSI 接口硬



盘必须和 SCSI 接口卡配合使用，SCSI 接口卡也比 IED 和EIDE 接口在价钱上贵很多。

（6）SCSI 接口是智能化的，可以彼此通信而不增加 CPU 的负担。在 IDE 和 EIDE 设备之间传输数据时，CPU 必须介入，而 SCSI 设备在数据传输过程中起主动作用，并能在 SCSI 总线内部具体执行，直至完成再通知 CPU。

五、USB 接口

最新的 USB 串行接口标准是由 Microsoft、Intel、Compaq、IBM 等大公司共同推出，它提供机箱外的即插即用连接，用户在连接外设时不用再打开机箱、关闭电源，而是采用“级联”方式，每个 USB 设备用一个 USB 插头连接到一个外设的 USB 插座上，而其本身又提供一个 USB 插座给下一个 USB 设备使用，通过这种方式的连接，一个 USB 控制器可以连接多达 127 个外设，而每个外设间的距离可达 5 米。USB 统一的 4 针圆形插头将取代机箱后的众多的串 / 并口（鼠标、Modem）键盘等插头。USB 可以智能识别 USB 链上外围设备的插入或拆卸。除了能够连接键盘、鼠标等，USB 还可以连接 ISDN、电话系统、数字音响、打印机以及扫描仪等低速外设。

USB 接口有三种类型，见下图。

（1）Type A：一般用于 PC（图 21a）。

（2）Type B：一般用于 USB 设备（图 21b）。

（3）Mini-USB：一般用于数码相机、数码摄像机、测量仪器以及移动硬盘等（图 21c）。

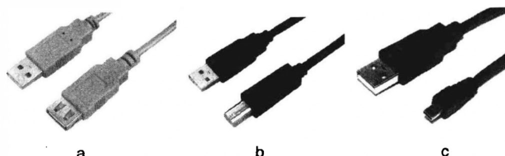


图 21　USB 接口类型

六、磁盘 ATA / IDE 接口

磁盘自 1956 年问世以来，得到了飞速的发展，在存储容量、存取速度以及性能上都有重大改进。目前它是计算机系统中占统治地位的外存储器，直接与主机系统联机工作。

PC 使用的磁盘驱动器，大多是采用温彻斯特（Winch-ester）技术的固定盘式磁盘机，简称温盘机或固定盘。它把磁头部件、小车、导轨、主轴和盘片制成一个不可拆卸的密封整体，工作时，高速旋转在盘面上形成的气垫将磁头平稳浮起。采用这种技术使硬磁盘机的盘、头寿命提高，存取快速可靠，而且成本也较低。

前已说明，CPU 和总线技术近年来已取得重大进步，32 位的 PCI 总线带宽已达到 133MB / s。人们现在更加关注硬盘的接口标准和传输速率，因为硬盘是系统中最频繁访问的联机设备。这个努力体现在两大类接口标准（ATA / IDE 和 SCSI）的进展中。



ATA 即 ATAttachment（AT 嵌入式）的缩写，它是 IDE（Integrated Drive Electronics）类硬盘的特定接口标准。

ATA 接口信号线有 16 位数据线，ISA 总线的地址信号经译码后驱动 ATA 的两个芯片选择信号（CS0、CS1）和三个设备选择信号（DA2、DA1、DA0），用来选择硬盘机的 I / O 端口。一般是 0 号硬盘机的地址为 1FxH，1 号硬盘机的地址为 3FxH，使用硬件可屏中断 IRQ14。一般不使用 DMA 传送方式，而采用 PIO 传送方式，支持的三种 PIO 方式是 PIO0、PIO1、PIO2，它们的最小总线周期分别是 600ns、383ns、240ns。限定每个硬盘机的最大容量为 528MB。

七、ATA-2 / EIDE 及 UltraATA 标准

随着软件的发展，ATA / IDE 接口的硬盘速度和容量已不能满足需要。硬盘驱动器工业组织以 SFF（Small Form Factor）的名义在 1993 年推出了增强型 ATA 接口标准，即 ATA-2 标准或称 EIDE 标准。这个增强的新标准有如下特点：

（1）支持每台硬盘机的最大容量可达 8GB。

（2）适配器卡又增加了辅助的第二个 40 针的插座，以扁平电缆菊花链方式又可接两台硬盘机，端口地址是 17xH 和 37xH，使用 IRQ15 硬件中断，这样，EIDE 的适配器卡最多可连接 4 台硬盘机。

（3）PIO 方式，除原有的 PIO0、PIO1、PIO2 方式外，又增加了快速的 PIO3 和 PIO4 方式。

（4）DMA 方式在 ATA / IDE 标准中是一种可选方式，新

标准将其规范化并分为单字 DMA 方式和多字 DMA 方式。在单字 DMA 方式下，每次 DMA 请求，只传送一个 16 位的字，称为周期窃取。多字 DMA 方式中，DMA 请求信号只要保持有效，就将不断传送 16 位的字，直到终止计数。多字 DMA 方式是一种猝发式传送。

(5) 原来的 ATA 标准只能支持硬盘，随着 CD—ROM 和廉价磁带机的出现，又推出了低成本的 ATAPI（ATAttached Packed Interface）接口标准，在相应驱动程序的支持下，具有 ATAPI 标准的 CD—ROM 和磁带机都可直接连接在 ATA 类接口上，而且具有较高的性能。

八、A / D 和 D / A 接口

随着计算机的飞速发展，其应用领域已越来越广阔。计算机的应用，已不仅仅局限于数值计算，在信息处理、控制和通信等方面的应用也日趋深入。

在各种自动控制和测量系统中，被控制或测量的参量往往是一些连续变化的物理量，如温度、压力、速度、高度、浓度、流量、电流、电压等。众所周知，计算机只能接收和处理数字量，因此，必须把这些模拟量转化为数字量，以便计算机接收处理。同样，计算机输出的也只能是数字信号，而大多数执行机构均不能直接接收数字信号，所以往往还需要将计算机加工处理后输出的数字信号转化为模拟信号，去控制和驱动执行机构。一般将模拟量转化为数字量的过程称做 A / D 转换，将数字量转化成模拟量的过程称做 D / A 转换，完成相应转换功能的器件称为 A / D 转换器和 D / A 转换器。



图 22 是一个典型的计算机控制系统组成框图。首先检测被控对象的各种物理量，如果为非电量，需要用传感器将它转换成电量信号，由传感器输出的信号通常是模拟信号，因而需要使用 A / D 转换器把它转换成数字信号，输入到计算机中进行计算处理。输出控制信号（数字量），经 D / A 转换器变成模拟信号后，传送到执行机构，实现对生产过程或被控对象的控制。由此可见，A / D、D / A 转换器在实际应用系统中起着至关重要的作用，它是计算机与模拟信号接口的关键部件。

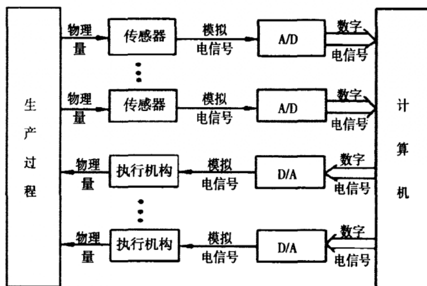


图 22　计算机控制系统组成

由于集成电路技术的飞速发展，目前 A / D、D / A 转换器已采用中、大规模集成电路，有单片集成、混合集成和模块型等几种结构形式。随着技术和工艺水平的提高，其性能在不断地改进，且正在向标准化、系列化方向发展。目前，市场上转换器种类繁多，从精度上分有 8 位、12 位、16 位等；从速度上分，有低、中、高、超高速；从传输方式上分串行、

并行。有不少产品已具有并行接口的能力，可与工控机直接相连。近年来，不少厂家生产了 A / D、D / A 插件板，使用起来非常方便。

思考题

1. 简述工控计算机系统中总线的功能。

2. 体育场馆中的工控机都有哪些总线类型？哪些总线属于内部总线，哪些总线属于 I / O 总线？

3. 比较工控计算机内部总线的优缺点。

4. 工业控制、嵌入式系统、工控机显卡分别采用什么总线？

5. 体育场馆自动控制中，常用哪些计算机接口？

6. 工控计算机中总线和接口是什么关系？

7. 硬盘接口有哪两大类型？

8. 场馆自动化控制系统通常采用什么接口，具有什么特点？

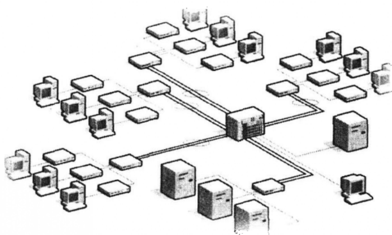
9. USB 接口具有哪些特点？

10. A / D，D / A 属于什么接口？



第三章 体育场馆中计算机网络的应用

随着计算机网络技术的发展，计算机网络已成为自动化系统的重要组成内容。建立在计算机网络基础上的体育场馆自动化管理系统，将场馆中各监控系统的信息与场馆运行管理组合在一起，形成一个信息与控制的集散环境，并通过网络完成各个控制系统之间的协作与管理。因此，了解和学习计算机网络的基础知识，是认识和学习体育场馆自动化管理系统的基础。



第一节　体育场馆中计算机网络的类型

体育场馆中的计算机网络往往由不同类型的网络连接而成，不同种类的计算机网络具有各自不同的特点，如果几个计算机网络只是在物理上连接在一起，它们之间并不能进行通信，那么这种“连接”并没有什么实际意义。因此通常在谈到“连接”时，已经暗示了这些相互连接的计算机是可以进行通信的，是可以进行信息沟通的。从功能和逻辑上看，这些计算机网络之间已经组成了一个可以相互协作的、整体的、综合的计算机操作、控制和管理的环境。

一、计算机网络的组成及分类

计算机网络通俗地讲是由多台计算机（或其他计算机网络设备）通过传输介质连接在一起组成的网络。计算机网络主要包括计算机、网络操作系统、传输介质以及相应的应用软件四部分。体育场馆的计算机网络组成也是如此。

虽然网络类型的划分标准各种各样，但是从地理范围划分，是一种大家都认可的通用网络划分标准。按这种标准可以把各种网络类型划分为局域网、城域网、广域网和互联网四种。局域网一般来说只能是一个较小区域内的网络，城域网是不同地区的网络互联，不过需要说明的是，网络划分并没有严格意义上在地理范围的区分，只是一个定性的概念。



(一) 局域网

通常在体育场馆中常见的是局域网（Local Area Network，简称 LAN)，这是应用最广泛的一种网络（图 23)。现在局域网随着整个计算机网络技术的发展和提高，得到了充分的应用和普及，几乎每个单位都有自己的局域网，有的甚至家庭中都有自己的小型局域网。很明显，所谓局域网，就是在局部地区范围内的网络。局域网在计算机数量配置上没有太多限制，少的可以只有两台，多的可达几百台。一般来说在体育场馆的局域网中，工作站的数量在几十到数百台，其网络所涉及的地理距离一般来说在 3 公里以内。

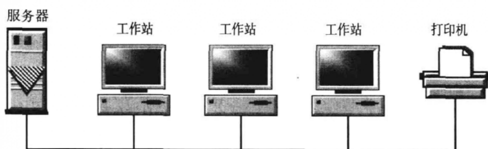


图23　局域网结构

IEEE 的 802 标准委员会定义了多种局域网：以太网（Ethernet)、令牌环网（Token Ring)、光纤分布式数据接口网(FDDI)、异步传输模式网（ATM）以及最新的无线局域网(WLAN)。

（二）城域网

城域网（Metropolitan Area Network，简称 MAN）一般指在一个城市地理范围内的计算机互联（图 24）。这种网络的连接距离可以在 10～100 公里，它采用 IEEE802.6 标准。城域网与局域网相比，扩展的距离更长，连接的计算机数量更多，在地理范围上可以说是局域网的延伸。在一个大型城市或都市地区，一个城域网通常连接着多个局域网。如连接政府机构的局域网、体育场馆的局域网、电信的局域网、公司企业的局域网等。由于光纤连接的引入，使城域网中高速的局域网互连成为可能。同一个城市中不同地理位置的体育场馆之间一般由城域网连接，保持它们之间的业务联系。

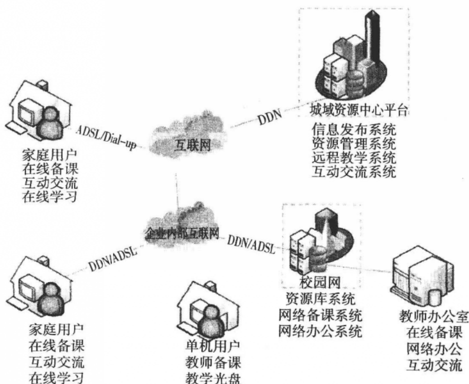


图24　城域网结构



城域网多采用异步传输模式技术做骨干网。异步传输模式是一个用于数据、语音、视频以及多媒体应用程序的高速网络传输方法。异步传输模式包括一个接口和一个协议，该协议能够在一个常规的传输信道上，在比特率不变及变化的通信量之间进行切换。异步传输模式也包括硬件、软件以及与异步传输模式协议标准一致的介质。异步传输模式提供一个可伸缩的主干基础设施，以便能够适应不同规模、速度以及寻址技术的网络。异步传输模式的最大缺点就是成本太高。

（三）广域网

广域网（Wide Area Network，简称 WAN）也称为远程网（图 25），所覆盖的范围比城域网更广。广域网通常由多个城域网或局域网组成，网络中计算机常常使用电信运营商提供的设备作为信息传输平台。例如，通过公用网（如电话

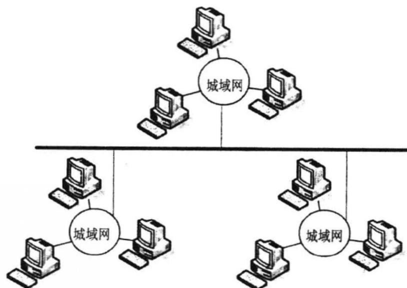


图25　广域网结构

网）连接到广域网，也可以通过专线或卫星连接。不同城市的大型体育场馆为了相互之间建立业务关系，通过局域网或者城域网互联，完成沟通。地理范围可从几百公里到几千公里。广域网因为距离较远，信息衰减比较严重，所以这种网络一般是要租用专线，通过 IMP（接口信息处理）协议和线路连接起来，构成网状结构，解决循径问题。这种广域网因为所连接的用户多，总出口带宽有限，所以用户的终端连接速率一般较低。

（四）国际互联网

国际互联网（Internet）简称“互联网”，因其英文单词“Internet”的谐音，又称为“英特网”（图 26）。无论从地理

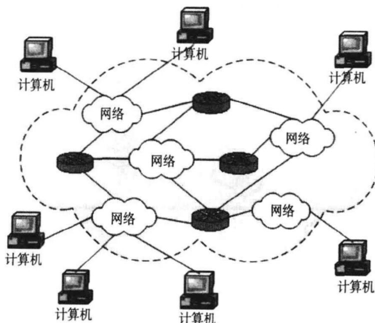


图26　国际互联网结构



范围，还是从网络规模上讲，互联网都是最大的、应用最广的一种网络。从地理范围来说，它形成全球计算机的互联，这种网络的最大的特点就是不确定性，整个网络的计算机每时每刻随着人们的使用在不停地变化。当连在互联网上的时候，计算机可以算是互联网的一部分，一旦断开互联网的连接时，计算机就不属于互联网了。正是由于这种网络的复杂性，所以网络实现的技术是非常复杂的。目前，体育场馆通过互联网进行的电子商务业务、用户沟通、网上宣传正在蓬勃发展，互联网的应用，一定会促进体育建筑领域，特别是体育场馆的自动化、智能化进程。

二、体育场馆中局域网的分类

目前体育场馆中局域网主要是以双绞线为传输介质的以太网，除此之外，在局域网中常见的还有令牌环网、光纤分布式数据接口网、异步传输模式网等几类。

（一）以太网

以太网（Ethernet）最早是由施乐（Xerox）公司创建的，在 1980 年由 DEC、Intel 和施乐三家公司联合开发为一个标准。以太网是应用最为广泛的局域网，包括标准以太网（10Mbps）、快速以太网（100Mbps）、千兆以太网（1000Mbps），结构如图 27 所示。

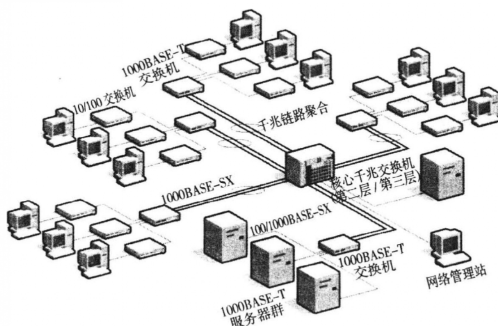


图27　以太网结构

1. 标准以太网

早期的以太网只有10Mbps的吞吐量，它所使用的是CSMA / CD（带有冲突检测，载波侦听多路访问）的访问控制方法，通常把这种10Mbps以太网称之为标准以太网（Standard Ethernet）。以太网主要有两种传输介质，双绞线和同轴电缆。

CSMA / CD多路访问技术规定了多台电脑共享一个通道的方法。当某台电脑要发送信息时，必须遵守以下规则：

（1）开始。如果线路空闲，则启动传输，否则转到第4步。

（2）发送。如果检测到冲突，继续发送数据直到达到最小报文时间（保证所有其他转发器和终端检测到冲突），再转到第4步。



(3) 成功传输。向更高层的网络协议报告发送成功，退出传输模式。

(4) 线路忙。等待，直到线路空闲。

(5) 线路进入空闲状态。等待一个随机的时间，转到第1步，除非超过最大尝试次数。

(6) 超过最大尝试传输次数。向更高层的网络协议报告发送失败，退出传输模式。

就像在没有主持人的座谈会中，所有的参加者都要相互交谈。每个参加者在讲话前，都礼貌地等待别人把话讲完。如果两个客人同时开始讲话，那么他们都停下来，分别随机等待一段时间再开始讲话。这时，如果两个参加者等待的时间不同，冲突就不会出现。如果传输失败超过一次，将采用延长等待时间的方法来躲避冲突的出现。

标准以太网采用同轴电缆来连接各个节点，电脑通过一个叫做附加单元接口的收发器连接到电缆上。一根简单网线对于一个小型网络来说还是很可靠的，对于大型网络来说，某处线路的故障或某个连接器的故障，都会造成以太网某个或多个网段的不稳定。因为所有的通信信号都在共用线路上传输，即使信息只是发给其中的一个节点，所发送的信息也将被所有节点接收。在正常情况下，网络接口卡会滤掉不是发送给自己的信息，只有接收到的信息地址属于自己的接受范围时，才会向CPU发出中断请求，进行处理。这种“一个说，大家听”的特点是共享介质以太网在安全上的弱点，因为以太网上的一个节点可以选择是否监听线路上传输的所有信息。共享电缆也意味着共享带宽，所以在某些情况下以太网的速度可能会非常慢，例如电源故障和网络终端重新启动时。

2. 快速以太网

快速以太网（Fast Ethernet）是在标准以太网基础上发展起来的、速度更快的以太网（也就是常说的百兆以太网）。它在保持帧格式、MAC（介质存取控制）机制和MTU（最大传送单元）质量的前提下，其速率比标准以太网增加了10倍，可达到100Mbps。二者之间的相似性，使得标准以太网现有的应用程序和网络管理工具能够在快速以太网上使用。

3. 千兆以太网

千兆以太网（Gigabit Ethernet）是一种新型高速局域网，可以提供1Gbps的通信带宽，采用和传统10Mbps、100Mbps以太网同样的CSMA / CD协议、帧格式和帧长，因此可以实现在原有低速以太网基础上平滑、连续性的网络升级。适用于点到点的连接，介质以光纤为主，最大传输距离可达70公里，可用于城域网的建设。

由于千兆以太网采用了与传统以太网、快速以太网完全兼容的技术规范，因此千兆以太网除了继承传统以太局域网的优点外，还具有升级平滑、实施容易、性价比高和易管理等优点。

千兆以太网技术适用于大中规模（几百至上千台电脑的网络）的体育场馆网主干，从而实现千兆主干、百兆交换（或共享）到桌面的主流网络应用模式。

（二）令牌环网

令牌环网（Token Ring）是IBM公司20世纪70年代发展的一种网络传输形式，由于在传输过程中只能有一个用户来传



输，如果用户很多，用户中有一块令牌环，只要拿到的用户即可占用线路进行数据传输，接下来依次传递。之所以叫环，那是因为把所有用户都连接成一个圈，用来保证大家都有机会。

但这种网络传输机制有一个很大的缺点，那就是当用户数太多时，每个用户分到的时间就会很少，从而影响其传输量和传输速度。

令牌环网是一种以环形网络拓扑结构为基础发展起来的局域网，如图 28 所示。虽然它在物理组成上也可以是星型结构连接，但在逻辑上，仍然以环的方式进行工作。其通信传输介质可以是无屏蔽双绞线、屏蔽双绞线和光纤等。



图28　令牌环网结构

令牌环网的接入控制机制采用的是分布式控制模式的循环方法。在令牌环网中有一个令牌，沿着环形总线在入网节点计算机间依次传递，令牌，实际上是一个特殊格式的数据传输帧，本身并不包含信息，仅控制网络信道的使用，确保在同一时刻只有一个节点能够独占网络信道。当环上节点都处于空闲

时，令牌在节点计算机之间绕环行进。节点计算机只有取得令牌后，才能发送数据帧，因此不会发生碰撞。由于令牌在网环上是按顺序依次传递的，因此对所有入网计算机而言，访问权是公平的。

令牌，在工作中有“闲”和“忙”两种状态。“闲”表示令牌没有被占用，即网中没有节点计算机在传送信息；“忙”表示令牌已被占用，即网中有信息正在传送。希望传送数据的节点计算机必须首先检测到“闲”令牌，将它置为“忙”的状态，然后在该令牌后面传送数据。当所传数据被目的节点计算机接收后，数据从网中除去，令牌被重新置为“闲”。令牌环网在使用中，最主要的问题是需要维护令牌，一旦失去令牌，网络就无法工作，因此，需要选择专门的节点监视和管理令牌。

（三）光纤分布式数据接口网

光纤分布式数据接口（Fiber Distributed Data Interface，简称 FDDI），俗称光纤网，它是于 20 世纪 80 年代中期发展起来的一项局域网技术，它提供的高速数据通信能力要高于当时的以太网（10Mbps）和令牌环网（4Mbps 或 16Mbps）的能力。光纤分布式数据接口网标准由 ANSI X3T9.5 标准委员会制订，为繁忙网络上的高容量输入 / 输出提供了一种访问方法。光纤分布式数据接口网技术同 IBM 的令牌环网技术相似，并具有局域网和令牌环网所缺乏的管理、控制和可靠性措施，光纤分布式数据接口网支持长达 2000 多米的多模光纤。光纤分布式数据接口网络的主要缺点是价格太高，且因为它只支持光缆和 5 类电缆，所以使用环境受到限制。



光纤分布式数据接口网的访问方法与令牌环网的访问方法类似（图 29），在网络通信中均采用“令牌”传递。它与标准的令牌环网又有所不同，主要在于光纤分布式数据接口网使用定时的令牌访问方法。光纤分布式数据接口网中的令牌沿网络环路从一个节点计算机向另一个节点计算机移动，如果某节点计算机不需要传输数据，光纤分布式数据接口网将获取令牌并将其发送到下一个节点计算机中。如果处理令牌的节点计算机需要传输数据，那么在指定称为“目标令牌循环时间”（Target Token Rotation Time，简称 TTRT）的时间内，按照用户的需求发送数据传输帧。由于光纤分布式数据接口网采用定时令牌方法，来自多个节点计算机的多个数据传输帧可以同时出现在网络上，从而光纤分布式数据接口网可以为用户提供高容量的通信。

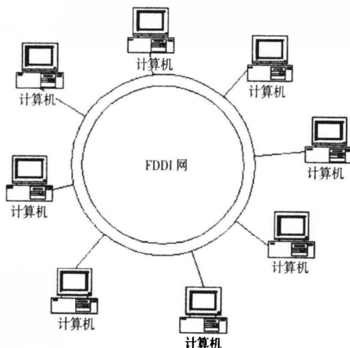


图29　光纤分布式数据接口网结构

光纤分布式数据接口可以使用同步和异步两种类型的数据传送形式。同步数据传送用于要求连续进行且对时间敏感的传输（如音频、视频和多媒体通信）；异步数据传送用于不要求连续的普通数据传输。在光纤分布式数据接口网络中，一般使用两条环路进行数据传送，当其中一条出现故障时，数据可以从另一条环路到达目的地。连接到光纤分布式数据接口的节点计算机主要有 A 和 B 两类。A 类节点计算机与两个环路同时相连，具备重新配置环路结构以在网络崩溃时使用单个环路的能力；B 类节点计算机通过 A 类节点计算机的网络连接设备连接在光纤分布式数据接口网络上，主要是服务器或工作站等。

(四) 异步传输模式网

异步传输模式（Asynchronous Transfer Mode，简称 ATM）它最早出现在 20 世纪 70 年代后期，适用于局域网和广域网，具有极高的数据传输率能够支持多种类型如声音、数据、传真、实时视频、CD 质量音频和图像的通信。

异步传输模式是在局域网或城域网上传送声音、视频图像和数据的宽带技术。在异步传输模式技术方案中，传输数据的分组大小固定，数据块从一个网络设备经过异步传输模式交换设备传送到另一个网络设备。由于数据以“块”为单位进行传送，因此其数据传输速度和效率极高。

将异步传输模式用做体育场馆主干网时，能够简化网络的管理，消除许多由于不同的编址方案和路由选择机制造成的网络互连所引起的复杂问题。异步传输模式集线器能够提供集线器上任意两端口的连接，很容易实现从一个节点到另



一个节点之间的报文发送。通过异步传输模式技术可完成体育场馆内各层次局域网的互联，从而实现场馆内部数据传送、邮件服务、话音服务等，并通过上联互联网实现电子商务等应用。同时由于异步传输模式采用复用技术，接入带宽达到2Mbps～155Mbps，因此适合高带宽、低延时或高数据突发等应用，其网络结构如图30所示。

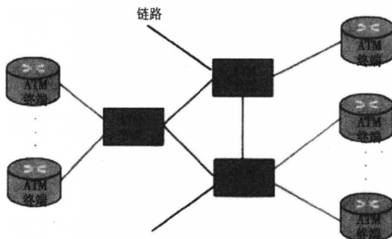


图30　异步传输模式网结构

（五）无线局域网

无线局域网（Wirress Local Area Network，简称WLAN）是一种新型局域网（图31）。无线局域网与传统局域网主要是传输介质不同，传统局域网是通过有形传输介质进行连接的，如同轴电缆、双绞线和光纤等，而无线局域网则是采用无线电波作为传输介质。正因为它摆脱了有形传输介质的束缚，这种局域网的最大特点是在网络的覆盖范围内，可以在任何

一个地方与服务器及其他工作站连接，而不需要铺设电缆。这一特点非常适合在体育场的各个数据采集点采集数据。只要无线网络能够覆盖到，它都可以随时随地连接上无线网络，甚至互联网。

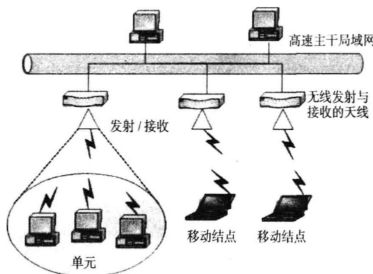


图31　无线局域网结构

支持无线局域网的无线网络标准是 IEEE 802.11a，其数据传输速率可达到 54Mbps，另一标准 IEEE 802.11b 的数据速率可达到 11Mbps。802.11a 能够同时支持更多无线用户和增强的移动多媒体应用，如数据流视频。此外，802.11a 标准在无阻塞的 5GHz 频带上运行，从而减少了与无绳电话之间的干扰。

无线局域网的网络速度与以太网相当，一个无线路由器最多可支持 100 多个用户的接入，最大传输范围可达到几十公里，并具有以下通信特点：



⑴ 具有高移动性，通信范围不受环境条件的限制，拓宽了网络的传输范围。在有线局域网中，两个站点的距离在使用铜缆（粗缆）时被限制在500米内，即使采用单模光纤也只能达到3000米，而无线局域网中两个站点间的距离目前可达到50公里。

⑵ 抗干扰性强，网络的保密性好。对于有线局域网中的诸多安全问题，在无线局域网中基本上可以避免。

⑶ 建网容易，管理方便。相对于有线网络，无线局域网的组建、配置和维护较为容易，一般计算机工作人员都可以胜任网络的管理工作。但在目前，无线局域网还不能完全脱离有线网络，它只是有线网络的补充，而不是替换。与有线网络相比，目前，无线局域网产品较贵，组网成本较高，且网络传输速度相对较慢。

三、体育场馆自动化控制对网络的要求

体育场馆管理自动化中的网络控制作为综合自动化系统的基础，从结构上看可分为三个层次：管理层、监控层和现场设备层。

如图32所示，最上层的管理层网络，主要用于体育场馆的计划、销售、库存、财务、人事以及体育场馆日常运营管理等方面信息的传输。管理层上各终端设备之间一般以发送电子邮件、下载网页、数据库查询、打印文档、读取文件服务器上的计算机程序等方式进行信息交换，数据报文通常都比较长，吞吐量也较大，而且数据通信的发起是随机的、无规则的，因此要求网络必须具有较大的带宽。

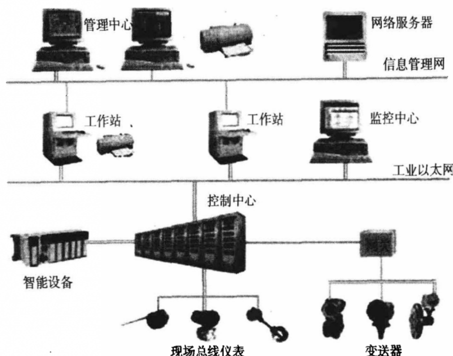


图32 自动化控制网络结构

处于体育场馆自动化控制网络中间的监控层主要用于监控、优化、调度等方面信息的传输，其特点是信息传输具有一定的周期性和实时性，数据吞吐量较大，因此要求网络具有较大的带宽，以前由专用网络如令牌环网组成，目前这一层网络则主要由传输速率较高的网段（如快速以太网等）组成。

最底层的现场设备层网络，与变送器、执行机构等现场设备相连，采集现场数据，并将控制数据送入设备。它与以传递信息为主要目标的邮电通信技术以及其他信息网络技术相比，具有一些特殊性。由于工业自动控制网络通信的最终目的是通过传递测量和控制数据及相关信息，产生或引发自控系统中执行机构的运动和转换，因此这种网络通信技术具有以下特殊性：



(1) 数据传输的及时性和系统响应的实时性。通常，典型的自动化系统响应时间要求在 0.01 ~ 0.5 秒，过程控制系统的响应时间为 0.5 ~ 2 秒。而一般信息网络的响应时间则是 2 ~ 6 秒。显然，工业通信网络对实时性的要求要高得多。

(2) 高可靠性。工业通信网络强调在工业环境下数据传送的完整性，对于工作在环境恶劣的工业生产现场的通信网络，必须解决环境适应性问题，包括电磁环境适应性或电磁兼容性、气候环境适应性（耐温、防水、防尘）、机械环境适应性（耐冲击、耐振动）。在易爆或可燃的场所，还应具有本质安全的性能。

(3) 工业通信网络需要解决不同厂商产品和系统在网络上相互兼容的问题，强调互操作性。因此它在现代通信系统所基于的 ISO / OSI “开放系统互连的参考模型”上，加入了用户层，通过标准功能块和装置描述功能来解决这种完整的开放性通信。

(4) 总线供电。工业现场控制网络不仅能传输通信信息，而且要能够为现场设备传输工作电源。这主要是从线缆铺设和维护方便考虑，同时总线供电还能减少线缆，降低布线成本。

(5) 广播、多播与单播通信方式。工业通信网络把分散的单一设备（变送器、执行器、控制器或控制系统等）接入某个系统，其通信方式常使用广播方式、多组方式或基于客户 / 服务器的单播方式。在信息网络中，一个自主系统与另一个自主系统只在需要通信时建立一对一的联系方式。

(6) 现场控制层设备间传输的信息长度都比较小，这些信息包括生产装置运行参数的测量值、控制量、开关与阀门的工作位置、报警状态、设备的资源与维护信息、系统组态、参数修改、零点与量程调校信息等。其长度一般都比较小，通常仅

为几位（bit）或几个、十几个、几十个字节（byte），对网络传输的吞吐量要求不高。

正是由于以上特点和特殊性，目前现场设备层网络主要由低速现场总线网络或工业以太网组成。

第二节 体育场馆局域网拓扑结构及网络操作系统

体育场馆网络中的计算机等设备要实现互联，需要以一定的结构方式进行连接，这种连接结构方式被叫做“拓扑结构”。通俗地讲，就是这些网络设备是如何连接在一起的。在网络的基本组成中，“网络操作系统”是整个网络的核心，也是整个网络服务和管理的基础。

一、体育场馆中常见局域网拓扑结构

目前体育场馆中常见的网络拓扑结构主要有四大类：星型结构、环型结构、总线型结构、星型和总线型结合的复合型结构。

（一）星型结构

这种结构是目前在体育场馆局域网中应用的最为普遍的一种，在体育场馆网络中几乎都是采用这一方式。星型网络几乎



是以太网专用，它是因网络中的各工作站节点设备通过一个网络集中设备（如集线器或者交换机）连接在一起，各节点呈星状分布而得名。这类网络目前用得最多的传输介质是双绞线，如常见的五类双绞线、超五类双绞线等。它的基本连接如图33所示。

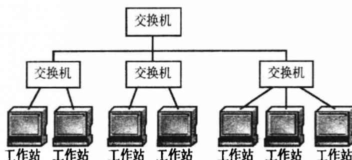


图33　星型结构

星型拓扑结构网络的基本特点主要有如下几点：

(1) 容易实现。它所采用的传输介质一般都是双绞线，传输介质相对来说比较便宜。网络拓扑结构主要应用于 IEEE 802.2、IEEE 802.3 标准的以太局域网中。

(2) 节点扩展、移动方便。节点扩展时只需要从集线器或交换机等集中设备中拉一条线即可，而要移动一个节点只需要把相应节点设备移到新节点即可，而不会像环型网络那样“牵其一而动全局”。

(3) 维护容易。一个节点出现故障不会影响其他节点的连接，可任意拆卸故障节点。

(4) 采用广播信息传送方式。任何一个节点发送信息在整个网中的节点都可以收到，这在网络方面存在一定的隐患，但在局域网中使用影响不大。

（5）网络传输数据快。这一点可以从目前最新的 1000Mbps～10Gbps 以太网接入速度可以看出。

（二）环型结构

环型结构的网络形式主要应用于令牌环网中。在网络结构中各设备直接通过电缆串接在一起，最后形成一个闭环，整个网络发送的信息在这个环中传递。通常把这类网络称之为“令牌环网”，其拓扑结构如图 34 所示。

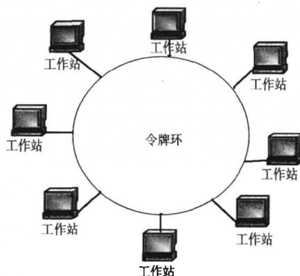


图34 环型结构

在环型网络结构中，实际上并不是所有计算机真的要连接成物理上的环型，有时因为在组网过程中地理位置的限制，一般情况下，环的两端都是通过一个阻抗匹配器来实现环的封闭的。

这种拓扑结构的网络主要有如下几个特点：

（1）网络结构有限。一般仅适用于 IEEE 802.5 的令牌环网，在这种网络中，“令牌”是在环型连接中依次传递，所用



的传输介质一般是同轴电缆。

(2) 网络实现非常简单，投资最小。可以从其网络结构示意图中看出，组成这个网络除了各工作站就是同轴电缆，以及一些连接器材，没有价格昂贵的节点集中设备。但也正因为这样，所以这种网络所能实现的功能最为简单，仅能当做一般的文件服务使用。

(3) 传输速度较快。在令牌环网中允许以 16Mbps 的速率进行数据传输，它比普通 10Mbps 以太网要快许多。

(4) 维护困难。从网络结构可以看出，整个网络各节点间是直接串联的，任何一个节点出了故障都会造成整个网络的中断、瘫痪，因此维护起来非常不便。

(5) 扩展性能差。由于环型结构决定了它的扩展性能远不如星型结构好，如果要新添加或移动节点，就必须中断整个网络，等环的两端做好连接器才能连接。

(三) 总线型结构

总线型网络拓扑结构中所有设备都直接与总线相连，它所采用的介质一般也是同轴电缆（包括粗缆和细缆），不过现在也有采用光缆作为总线型传输介质的。它的结构如图 35 所示。

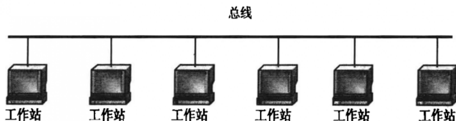


图35 总线型结构

总线型结构具有以下几个方面的特点：

（1）组网费用低。总线结构不需要额外的互联设备，直接通过一条总线进行连接，所以组网费用较低。

（2）传输速度受用户数量限制。网络因各节点共用总线带宽，所以在传输速度上会随着接入网络用户的增多而下降。

（3）网络节点扩展较灵活。需要扩展节点时只需要添加一个接线器即可，但能连接的用户数量有限。

（4）维护较容易。单个节点失效不影响整个网络的正常通信，但是如果总线一断，则整个网络或者相应主干网段就断了。

（5）网络效率较低。总线结构中，一次仅允许一个用户发送数据，其他用户必须等待获得发送权后，才可发送数据。

（四）混合型结构

混合型网络拓扑结构是由星型结构和总线型结构网络结合在一起形成的，这样的拓扑结构更能满足较大网络的拓展，解决星型网络在传输距离上的局限，而同时又解决了总线型网络在连接用户数量上的限制。混合型网络拓扑结构同时兼顾了星型网与总线型网络的优点。混合型网络拓扑结构如图 36 所示。

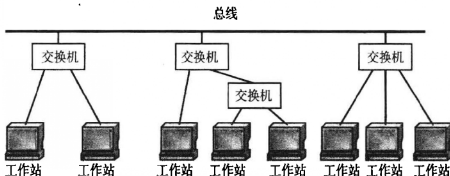


图36　混合型结构



混合型网络结构主要用于较大型的局域网中。如在不同体育场馆之间距离较远时，如果单纯用星型网来组网，因受到星型网传输介质双绞线单段传输距离（100米）的限制很难成功，而单纯采用总线型结构来布线则又很难承受体育场馆计算机网络规模的需求。结合这两种拓扑结构，在同一体育场馆中采用双绞线的星型结构，而不同比赛场馆之间采用同轴电缆的总线型结构，传输介质当然要视场馆与场馆之间的距离，如果距离较近（500米以内）可以采用粗同轴电缆来作传输介质（在180米之内还可以采用细同轴电缆来作传输介质）。但如果超过500米则可采用光缆或者粗缆加中继器。这也是目前比较常见的综合布线方式。混合型结构主要有以下几个方面的特点：

(1) 应用相当广泛。这主要是因它解决了星型和总线型拓扑结构的不足，满足了体育场馆组网的实际需求。

(2) 扩展相当灵活。这主要是继承了星型拓扑结构的优点。

(3) 同样具有总线型网络结构的网络速率会随着用户的增多而下降的弱点。

(4) 较难维护。这主要受到总线型网络拓扑结构的制约，若总线出现问题，则整个网络就瘫痪了，但是如果是分支网段出了故障，则不影响整个网络的正常运作。

(5) 速度较快。因其骨干网采用高速的同轴电缆或光缆，所以整个网络在速度上较快。

二、局域网操作系统

网络操作系统是整个网络的核心，也是整个网络服务和管

理的基础。目前局域网中主要有以下几类网络操作系统：

（一）Windows 系统

微软公司的 Windows 系统不仅在个人操作系统中占有绝对优势，它在网络操作系统中也是具有相当影响的。这类操作系统配置在整个局域网配置中对服务器的硬件要求较高，且稳定性能较差，所以微软的网络操作系统一般只用在中低档服务器中。

在局域网中，微软的网络操作系统主要有：Windows NT 4.0 Serve、Windows 2000 Server / Advance Server，以及最新的 Windows 2003 Server / Advance Server 等，工作站系统可以采用任一种 Windows 或非 Windows 操作系统，包括个人操作系统，如 Windows 9x / ME / XP 等。

在整个 Windows 网络操作系统中最为成功的要算 Windows NT 4.0 系统，它几乎成为中、小规模局域网的标准操作系统，一则它继承了 Windows 家族统一的界面，用户学习、使用更加容易；再则它的功能的确比较强大，基本上能满足所有中、小规模组网的要求。虽然相比 Windows 2000 / 2003 Server 系统来说在功能上要逊色一些，但由于它对服务器的硬件配置要求较低，可以更大程度上满足许多中、小规模服务器配置需求。

（二）NetWare 系统

NetWare 操作系统是局域网早期的网络操作系统。虽然目前已经渐渐失去了当年雄霸一方的气势，但是 NetWare 操作系

统仍以对网络硬件的要求较低（工作站只要是286机就可以了），而受到一些设备比较落后的中、小型体育场馆的青睐。因为它兼容DOS命令，其应用环境与DOS相似，经过长时间的发展，具有相当丰富的应用软件支持，技术完善、可靠。目前常用的版本有V3.11、V3.12和V4.10、V4.11，V5.0等中英文版本，NetWare服务器对无盘工作站的支持较好，常用于体育比赛系统的数据采集。目前这种操作系统逐渐被Windows和Linux系统所取代。

（三）Unix系统

目前常用的Unix系统版本主要有：Unix SUR4.0、HP-UX 11.0、SUN的Solaris8.0等。这种网络操作系统稳定和安全性能非常好，支持网络文件系统服务且功能强大。但由于它多数是以命令方式来进行操作的，不容易掌握，特别是初级用户。正因如此，小型局域网基本不使用Unix作为网络操作系统，Unix一般用于大型的网站或大型的体育场馆局域网中。

（四）Linux系统

Linux是一种新型的网络操作系统，它的最大的特点就是源代码开放，可以免费得到许多应用程序。目前有中文版本的Linux，在国内得到了用户充分的肯定，主要体现在它的安全性和稳定性方面，它与Unix有许多类似之处，目前这类操作系统仍主要应用于中、高档服务器中。

三、体育场馆局域网的工作模式

体育场馆局域网的工作模式，是根据局域网中各计算机的位置来决定的。目前体育场馆局域网主要存在着两种工作模式，它们涉及到用户存取和共享信息的方式，包括客户机/服务器模式和对等式模式。

（一）客户机/服务器模式

客户机/服务器模式（Client/Server，简称C/S）中，一般客户机和服务器分别处在相距很远的两台计算机上，客户机的任务是将用户的要求提交给远端的服务器，再将服务器程序返回的结果以特定的形式显示给用户。服务器的任务是接收客户机程序提出的服务请求，进行相应地处理，再将结果返回给客户机。其基本模式如图37所示。

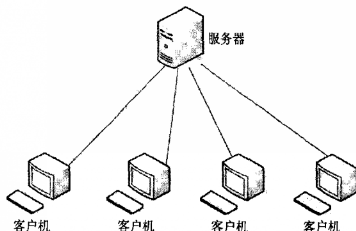


图37　客户机/服务器模式



在这种模式中，其中一台或几台较大的计算机集中进行共享数据库的管理和存取，称为服务器；而将其他的应用处理工作分散到网络中其他客户机上去做，构成分布式的处理系统。这类网络模式注重数据定义、存取安全、备份及还原、并发控制及事务管理、执行诸如选择检索和索引排序等数据库管理功能，它是数据库技术和局域网技术相结合的产物。

客户机/服务器模式具有如下特点：

(1) 后端数据库负责完成大量的任务处理，如果客户机/服务器型数据库查找一个特定的信息片段，在搜寻整个数据库期间并不返回每条记录的结果，而只是在搜寻结束时返回最后的结果集。

(2) 如果数据库应用程序的客户机在处理数据库事务时失败，服务器为了维护数据库的完整性，将自动重新执行这个事件。

由于客户机/服务器模式中，服务器负责向客户机提供信息资源，随着客户机数量的增加，其服务器的处理能力很快成为瓶颈，很容易造成服务器端的过载，因此不得不被迫提升服务器的处理能力，从而加大了对服务器的经济投入。

(二) 对等式模式

对等式模式（Peer-to-Peer，简称P2P技术），可以让用户之间直接通过互联网进行联系和数据交换，是一种基于互联网的分布传输方式。所有在对等式模式下分享的数据都会分割成若干个小的传输单位，用户可以从不同用户中获取数据中的某个部分，之后再合并为一个统一的文件；即使自己文件尚未下载完成，也可以把目前已经下载好的部分上传提供给其他用

户，让资源更有效率地传输。例如，某用户C首先在服务端把文件数据上传至网络，A用户计算机从C用户服务端下载了文件的第一部分，B用户计算机在C用户服务端已经下载了文件的第二部分，通过P2P技术，A用户计算机可以分别从C用户服务端和B用户计算机服务端去下载文件的第二部分，B用户计算机也会分别从C用户服务端和A用户服务端下载文件的第一部分。这样不但减轻了上传文件原始计算机服务端的负荷，也加快了客户端的下载速度，因此使用的人越多，信息传输的速度就越快。

如图38所示，对等式模式与客户机/服务器模式不同，在对等式网络结构中，没有专用服务器，也没有特定的客户机，每一个网络节点既可以起到客户机作用，也可以起到服务器的作用。有许多网络操作系统可应用于对等式模式，如微软的Windows 系列和Novell Lite等。由于其投资少、见效快，目前体育场馆主要利用这种模式实现体育赛事的网上视频传播。

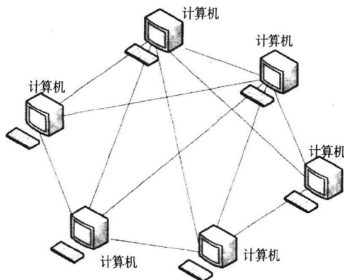


图38　对等式模式



对等式模式有许多优点，除了它比客户机/服务器模式造价低之外，还允许数据库和处理机能分布在一个很大的范围里，允许动态地安排计算需求。当然它的缺点也是非常明显的，那就是提供较少的服务管理功能，并且难以确定文件的位置，使得整个网络难以控制。

第三节　网络体系结构与协议

通俗地说，网络协议就是网络之间沟通、交流的依据，只有相同网络协议的计算机，才能进行信息的沟通与交流，这就好比人与人之间交流所使用的各种语言一样，只有使用相同的语言才能正常、顺利地进行交流。从专业角度定义，网络协议是计算机在网络中实现通信时必须遵守的约定，也就是通信协议，主要是对信息传输的速率、传输代码、代码结构、传输控制步骤、出错控制等做出规定并制定出标准。

为了不同的计算机之间互连和相互操作，首先必须解决数据传输问题，包括数据传输方式、数据传输中的误差与出错、传输网络的资源管理、通信地址以及文件格式等问题。解决这些问题需要互相通信的计算机之间，以及计算机与通信网之间进行频繁的协商与调整。这些协商与调整以及信息的发送与接收，可以用不同的方法设计与实现。计算机网络是一个非常复杂的系统。它综合了当代计算机技术和通信技术，又涉及其他应用领域的知识和技术。由不同厂家的软硬件系统、不同的通信网络以及各种外部辅助设备连接构成网络系统，高速可靠地进行信息共享是计算机网络面临的主要难题，为了解决这个问

题，有必要为网络系统定义一个统一的、大家相互遵守的协议，从而使不同的计算机、不同的通信系统和不同的应用能够互相连接和互相操作。

网络技术的根本在于遵循网络协议。了解网络协议的内涵，有助于更好地在体育场馆管理自动化方面使用网络技术。

一、OSI / RM 模型

OSI / RM 是国际化标准组织 ISO 在网络通信方面所定义的开放系统互连模型，有了这个开放的模型，各网络设备厂商就可以遵照共同的标准来开发网络产品，最终实现彼此兼容。

整个 OSI / RM 模型共分 7 层，从下往上分别是：物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层，如图 39 所示。

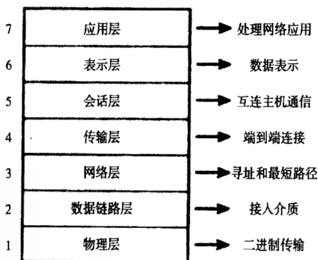


图39　OSI / RM 模型结构



当接受数据时，数据是自下而上传输；当发送数据时，数据是自上而下传输。下面简要介绍这几个层次。

（一）物理层

这是整个 OSI 参考模型的最底层，它的任务就是提供网络的物理连接，所以，物理层是建立在物理介质上的（而不是逻辑上的协议和会话），它提供的是机械和电气接口。主要包括电缆、物理端口和附属设备，如双绞线、同轴电缆、接线设备（如网卡等）、RJ-45 接口、串口和并口等。

物理层的功能包括：物理连接、物理服务数据单元顺序化（接收数据的比特顺序与发送数据的比特顺序相同）和数据电路标识。

（二）数据链路层

数据链路层建立在物理传输能力的基础上，以帧为单位传输数据，它的主要任务是进行数据封装和数据链接的建立。在数据封装信息中，由地址段、控制段、数据段和差错段组成。其中，地址段含有发送节点和接收节点的地址，控制段用来表示数据连接帧的类型，数据段包含实际要传输的数据，差错控制段用来检测传输中帧出现的错误。

数据链路层使用的协议有 SLIP、PPP、X25 和帧中继等。常见的 Modem 拨号设备、集线器和低档的交换机网络设备都是工作在这个层次上，而工作在这个层次上的交换机俗称“第二层交换机”。

数据链路层的功能包括：数据链路连接的建立与释放、构

成数据链路数据单元、数据链路连接的分裂、定界与同步、顺序和流量控制、差错的检测和恢复等。

（三）网络层

网络层属于OSI中的较高层次，它解决网络与网络之间的通信问题。网络层主要提供路由功能，即选择数据到达目标主机的最佳路径。除此之外，网络层还能消除网络拥挤，具有流量控制和拥挤控制的能力。网络中，路由器就工作在这个层次上，现在较高档的交换机也可直接工作在这个层次上，因此它们也提供了路由选择功能，俗称“第三层交换机”。

网络层的功能包括：建立和拆除网络连接、路径选择和中继、网络连接多路复用、分段和组块、服务选择、传输和流量控制。

（四）传输层

传输层主要解决数据在网络之间传输质量的问题。传输层用于提高网络层服务质量，提供可靠的端到端的数据传输，如在Windows网络协议中常见的QoS（Quality of Service，服务质量。是网络的一种安全机制，是用来解决网络延迟和阻塞等问题的一种技术）就是这一层的主要服务。这一层主要涉及网络传输协议，它提供一套网络数据传输标准，如TCP协议。

传输层的功能包括：映像传输地址到网络地址、多路复用与分割、传输连接的建立与释放、分段与重新组装、组块与分块。



根据传输层所提供服务的主要性质，传输层服务可分为以下三大类：

(1) A类。网络连接具有可接受的差错率和可接受的故障率，A类服务是可靠的网络服务，一般指面向连接的服务。

(2) B类。网络连接具有可接受的差错率和不可接受的故障率，B类服务介于A类与C类之间，在广域网和互联网多提供B类服务。

(3) C类。网络连接具有不可接受的差错率，C类的服务质量最差，提供数据包服务或无线分组交换网均属此类。

(五) 会话层

会话层利用传输层来提供会话服务，会话可能是一个用户通过网络登录到一个主机，或一个正在建立的用于传输文件的会话。

会话层的功能包括：会话连接到传输连接的映射、数据传送、会话连接的恢复和释放、会话管理、令牌管理和活动管理。

(六) 表示层

表示层用于数据管理的表示方式，如用于文本文件的ASCII和EBCDIC，用于表示数字的1S或2S补码表示形式。如果通信双方用不同的数据表示方法，他们就不能互相理解。表示层就是用于屏蔽这种不同之处。

表示层的功能包括：数据语法转换、语法表示、表示连接管理、数据加密和数据压缩。

（七）应用层

这是OSI参考模型的最高层，它解决程序应用过程中的问题，直接面对用户的具体应用。应用层包含用户应用程序执行通信任务所需要的协议和功能，如电子邮件和文件传输等。在这一层中，TCP/IP协议中的FTP、SMTP、POP等协议得到了充分的应用。

二、网络协议

目前网络协议有许多种，但是最基本的协议是TCP/IP协议，许多协议都是它的子协议。

（一）TCP/IP协议基础

TCP/IP协议包括两个子协议：一个是TCP协议（Transmission Control Protocol，传输控制协议），另一个是IP协议（Internet Protocol，互联网协议），它起源于20世纪60年代末。

在TCP/IP协议中，TCP协议和IP协议各有分工。TCP协议是IP协议的高层协议，TCP在IP之上提供了一个可靠的、连接方式的协议。TCP协议能保证数据包的传输以及正确的传输顺序，并且它可以确认数据包头和数据包内数据的准确性。如果在传输期间出现丢包或错包的情况，TCP负责重新传输出错的数据包，这样的可靠性使得TCP/IP协议在会话式传



输中得到充分的应用。IP 协议为 TCP / IP 协议中的其他所有协议提供“包传输”功能，IP 协议为计算机上的数据提供一个无连接传输系统，也就是说 IP 包不能保证到达目的地，接收方也不能保证按顺序收到 IP 包，它仅能确认 IP 包头的完整性，最终确认包是否到达目的地，还要依靠 TCP 协议，因为 TCP 协议是有连接服务的。

在计算机服务中如果按连接方式来分的话，可分为“有连接服务”和“无连接服务”两种。“有连接服务”必须先建立连接才能提供相应服务，而“无连接服务”则不需先建立连接即可提供服务。TCP 协议是一种典型的有连接协议，而 UDP 协议则是典型的无连接服务。

1. TCP / IP 协议组

TCP / IP 协议是一组网络协议的集合，它主要包括以下几方面的协议和工具。

（1）TCP / IP 协议核心协议：这些核心协议除了自身外，还包括 UDP 协议（用户数据报协议）、ARP 协议（地址代理协议）以及 ICMP 协议（网间控制协议）。这组协议提供了一系列计算机互连和网络互连的标准协议。

（2）应用接口协议：这类协议主要包括 Windows 套接字（Socket，用于开发网络应用程序）、远程调用、NetBIOS 协议（用于建立逻辑名和网络上的会话）和网络动态数据交换（Network，用于通过网络共享嵌入在文本中的信息）。

（3）基本的 TCP / IP 协议互连应用协议：主要包括 Finger、FTP、REP、RSH、Telnet、TFTP 等协议。这些工具协议使得 Windows 系统用户使用非微软系统计算机上（如 Unix 系统计算机）的资源成为可能。

(4) TCP/IP 协议诊断工具：这些工具包括 Arp、Hostname、Ipconfig、Nbstat、Netstat、Ping 和 Route，它们可用来检测并恢复 TCP/IP 协议网络故障。

(5) 有关服务和管理工具：这些服务和管理工具包括 FTP 服务器服务（用于在两个远程计算机之间传输文件，这是远程控制通信中的关键功能）、网际命名服务 WINS（用于在一个网际上动态记录和询问计算机的名字）、动态计算机配置协议 DHCP（用于在 Windows NT 计算机上自动配置 TCP/IP 协议）以及 TCP/IP 协议打印（主要用于远程打印和网络打印）。

(6) 简单网络管理协议代理：这个工具允许通过使用管理工具（如"Sun Net Manages" 或"HP Open View"），从远程上管理 Windows NT 计算机。

2. TCP/IP 的主要协议

(1) Telnet（远程登录协议）：Telnet 协议是用来登录到远程计算机上，并进行信息访问，通过它可以访问所有的数据库、联机游戏、对话服务以及电子公告牌，如同与被访问的计算机在同一房间中工作一样，但只能进行字符类操作和会话。

(2) FTP（文件传输协议）：是文件传输的基本协议，有了 FTP 协议，可以把文件进行上传，也可从网上下载许多应用程序和信息。网络上有许多软件站点通过 FTP 协议为用户提供下载服务，被大家称为"FTP 服务器"。最初的 FTP 程序是工作在 Unix 系统下的，而目前许多 FTP 程序可以在 Windows 系统下工作。FTP 程序除了完成文件的传送外，还允许用户建立与远程计算机的连接，登录到远程计算机上，并可对远



程计算机上的目录进行操作。

(3) Email（电子邮件服务）：电子邮件服务是目前最常见、应用最广泛的一种联网服务。通过电子邮件，可以快速交换信息。电子邮件以其快速、高效、方便和价廉的特点，得到了广泛应用。

(4) WWW 服务：WWW（World Wide Web）是目前应用最广的一种基本互联网应用，我们每天上网都要用到这种服务。通过 WWW 服务，可以到达世界上的任何地方。由于 WWW 服务使用的是超文本链接（HTML），所以可以很方便地从一个信息网页转换到另一个信息网页。它不仅能查看文字，还可以欣赏图片、音乐、动画。目前，最流行的 WWW 服务程序是微软的 IE 浏览器。

(5) SMTP（简单邮件传输协议）：SMTP 是一组用于由源地址到目的地址传送邮件的规则，由它来控制信件的中转方式。SMTP 协议属于 TCP / IP 协议族，它帮助每台计算机在发送或中转信件时找到下一个目的地。通过 SMTP 协议所指定的服务器，可以把电子邮件寄到收信人的服务器上，而整个过程只要几分钟。

(6) Gopher（信息服务）：Gopher 最早出现在 1991 年，它是第一个操作简便、使用广泛的从互联网服务器上获取信息的客户应用程序。除了操作简便外，它的另一个特点是速度快。Gopher 运行时，显示一个交互式的选择菜单，菜单中的选项由简单短句组成，每个短句通常指向另一个菜单，并最终指向有用的文件。Gopher 是帮助用户在互联网信息海洋中搜索有用信息的导航器。

(7) Archie（文件检索服务）：Archie 是一个从整个互联网上匿名 FTP 服务器获取文件的服务。其操作完全依赖于提

供匿名服务的FTP系统管理员，是他们将这些可以使用匿名登录的站点资源在Archie服务器进行了注册，从而用户通过Archie文件检索，使用这些资源。

（二）IP协议

IP协议的功能是把数据包在互联网上传送，网络中每个计算机和网关都有IP协议模块。数据包在各个模块间通过路由处理网络地址，传送到目的地址。

目前正在使用的IP协议是第4版的，称之为“IPv4”。IPv6（新版本的IP协议）正在完善过程中，其所要解决的主要是IPv4协议中IP地址远远不够用的现象。IPv4中网络地址描述采用32位，而IPv6则采用128位，是原来的4倍。IPv6所提供的IP地址数可算是天文数字了，据推测，这个数字的IP地址可以使全球的每一个人都可拥有10个以上的IP地址。

1. IP地址

在计算机寻址中经常会遇到“名字”“地址”和“路由”这三个术语，它们之间是有较大区别的。名字是要找的，就像人名一样；而地址是用来指出这个名字在什么地方，路由是解决如何到达目的地的问题，就像已经知道了某个人住在什么地方，现在要考虑走什么路线、采用什么交通工具到达目的地最为简便一样。

IP协议主要是解决网络中的地址问题。名字和地址进行解析的工作由其上层协议TCP协议完成。IP协议模块将地址和本地网络地址加以映射（就像写信一样，IP协议只负责把



收、发信人的地址写上，把信投进邮箱即可)，而将本地网络地址和路由进行映射则是低层协议（如路由协议）的任务，所以说IP协议是一个无连接的服务。

IP协议要寻找的“地址”是32位长（4个分段的16进制组成)，由网络号（网络ID）和主机号（主机ID）两部分构成，如图40所示。

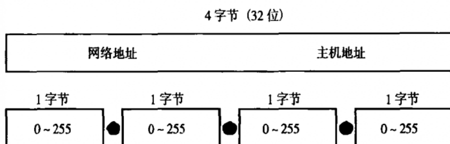


图40 IP地址构成

按照IP协议规定，互联网上的地址共有A、B、C、D、E五类。

(1) A类IP地址：用前面8位来标识网络号，其中规定最前面一位为“0”，24位标识主机地址，即A类地址的第一段取值（也即网络号）可以是“00000001~01111111”之间任一数字，转换为十进制后即为1~128之间。主机号没有做硬性规定，所以它的IP地址范围为“1.0.0.0~128.255.255.255”。A类地址是专为大型网络而设置的，其中10.0.0.0~10.255.255.254和127.0.0.0~127.255.255.254这两段地址有专门用途，所以A类网络总共只有126个可能的网络地址。每个A类网络最多可以连接16777214台计算机。

(2) B类IP地址：用前面16位来标识网络号，其中最前

面两位规定为“10”，16 位标识主机号，也就是说 B 类地址的第一段“10000000 ~ 10111111”，转换成十进制后即为 128~191 之间，第一段和第二段合在一起表示网络地址，它的地址范围为“128.0.0.0 ~ 191.255.255.255”。B 类地址适用于中等规模的网络，B 类网络大约有 16000 个网络地址，每个 B 类网络最多可以连接 65534 台计算机。这类 IP 地址通常为中等规模的网络提供，其中 172.16.0.0 ~ 172.31.255.254 地址段有专门用途。

（3）C 类 IP 地址：用前面 24 位来标识网络号，其中最前面三位规定为“110”，8 位标识主机号。这样 C 类地址的第一段取值为“11000000 ~ 11011111”之间，转换成十进制后即为 192 ~ 223。第一段、第二段、第三段合在一起表示网络号，最后一段标识网络上的主机号，它的地址范围为“192.0.0.0 ~ 223.255.255.255”。C 类地址适用于校园网等小型网络，每个 C 类网络最多可以有 254 台计算机，其中 192.168.0.0 ~ 192.168.255.255 为内部局域网专用地址段。

（4）D 类地址：它用于多重广播组。D 类地址的最高位为 1110，第一段为“11100000 ~ 11101111”，转换成十进制即为 224 ~ 239，其他为客户机参加的特定组，它的地址范围为“224.0.1.1 ~ 239.255.255.255”。在多重广播操作中没有网络或主机地址，数据包将传送到网络中选定的主机子集中，只有注册了多重广播地址的主机才能接收到数据包。微软支持 D 类地址，用于应用程序将多重广播数据发送到网络间的主机上，包括 WINS 和 Microsoft NetShow。

（5）E 类地址：这是一个通常不用的实验性地址，保留为以后使用。E 类地址的最高位为 11110，第一段地址为“11110000 ~ 11110111”，转换成十进制为 240 ~ 247。



在 IPv4 协议中对首段为 248 ~ 254 的地址段暂无规定。以上各类 IP 地址结构如图 41 所示。

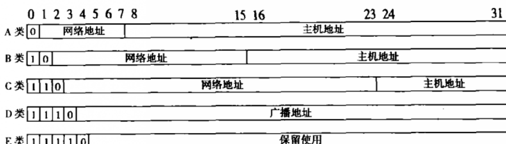


图41 IP 网络地址类型

还有一类是以“127”开头的 IP 地址，属于环路测试类 IP 地址。不能作为计算机的 IP 地址用，只能在本地计算机上用于测试使用。

2. 子网掩码和域名

随着网络的发展，IPv4 标准中的 IP 地址远不够用，为了解决这一矛盾，在 IP 地址加上子网掩码来进一步识别。在 TCP / IP 协议中规定，A 类网络的子网掩码格式为“255.0.0.0”形式，后面的“0”可以为“0 ~ 254”之间任一数字。B 类网络的子网掩码格式为“255.255.0.0”，C 类网络的子网掩码格式为“255.255.255.0”，同样其中的“0”可以是“0 ~ 254”之间的任一数字。如果没有子网，可以为“0”，也可以不配置，如果有子网则一定要配置。

所有 IP 地址都是以数字形式来表示网络中计算机的地址，这使人们记忆起来非常困难。因此，互联网采用域名地址来表示每台计算机。通过为每台计算机建立 IP 地址与域名地址之间的映射关系，用户可以在网上避开难以记忆的 IP 地址，而

用唯一域名地址标记。域名地址与 IP 地址的关系类似于一个人的姓名与身份证号码之间的关系。

要把计算机连入互联网，必须获得网上唯一的 IP 地址与对应的域名地址。域名地址由域名系统（DNS）管理。每个互联网网络中至少有一个 DNS 服务器存有该网络中所有计算机的域名和对应的 IP 地址，通过与其他网络的域名服务器相连就可以找到其他站点。这也是在 TCP / IP 协议属性中要进行域名配置的原因。

域名地址也是分段表示的，每段分别授权给不同的机构管理，各段之间用圆点（.）分隔。与 IP 地址相反，各段从左至右级别越来越高。

互联网对某些通用性的域名做了规定，例如，“com”是工商界域名、“edu”是教育界域名、“gov”是政府部门域名等。此外，国家和地区的域名常用两个字母表示，例如，“fr”表示法国、“jp”表示日本、“us”表示美国、“uk”表示英国、“cn”表示中国等。如果在一个域名的末尾没有找到地理域，就可以假定该域名是出自美国的，其他国家的右边第一个域名是代表相应的国家。如一些国外单位在中国公司的网址，通常是在“com”后加上“.cn”或者“ / cn”来表示中国站点，例如，Cisco 公司的中国站点为 www.cisco.com.cn、IBM 的中国站点为 www.ibm.com/cn。

第四节　体育场馆中的对等网形式

计算机网络按其工作模式分类主要有对等模式和客户机 / 服



务器模式，在大型体育场馆网络中则通常采用客户机/服务器模式，而对等模式注重网络的共享功能，虽然整个网络难以控制，但它的组建方式简单，投资成本低，容易组建，特别适合于小型体育场馆在办公自动化环境中选择使用。

一、对等网简介

“对等网”也称“工作组网”。因其计算机的数量通常不会超过20台，所以对等网络相对比较简单。在对等网络中，网上各台计算机具有相同的功能，无主从之分，网上任意节点计算机既可以作为网络服务器，为其他计算机提供资源；也可以作为客户机，以分享其他服务器的资源；任一台计算机均可同时兼作服务器和客户机。对等网除了共享文件之外，还可以共享打印机，对等网上的打印机可被网络上的任一节点使用，如同使用本地打印机一样方便。

对等网主要有如下特点：

(1) 网络用户较少，一般在20台计算机以内，适合人员少、应用网络较多的办公环境。

(2) 网络用户都处于同一区域中。

(3) 对于网络来说，安全不是最重要的问题。

它的主要优点有：网络成本低、网络配置和维护简单。它的缺点也相当明显，主要有网络难于控制、数据安全性差、文件管理分散、计算机资源占用大。

二、构建对等网的方法

虽然对等网结构比较简单，但根据具体的应用环境和需求，对等网也因其规模和传输介质类型的不同，其实现的方式也有多种。

（一）两台计算机构建对等网

这种对等网的组建方式比较多，在传输介质方面既可以采用双绞线，也可以使用同轴电缆，还可采用串、并行电缆，所需网络设备只需相应的网线或电缆和网卡，如果采用并行电缆还可省去网卡的投资，直接用并行电缆连接两台机即可。

（二）多台计算机构建对等网

如果网络所连接的计算机在两台以上，必须采用双绞线或同轴电缆作为传输介质。如果采用双绞线作为传输介质，根据网络结构的不同又可有两种方式：

(1) 采用双网卡网桥方式，其中一台计算机上安装两块以上的网卡，其他计算机各安装一块网卡，然后用双绞线连接起来，再进行有关的系统配置即可。

(2) 添加一个集线器（交换机）作为连接设备，组建一个星型对等网，多台计算机直接与集线器（交换机）相连。这种方式需要一个集线器（交换机），网络成本会较前一种高些，但性能要好许多。



如果采用同轴电缆作为传输介质，只需把多台计算机用同轴电缆网线直接串连即可。

三、组建办公环境下的对等网

在整个组网过程中，可分为网线制作、网卡的硬件安装、网卡的连接和网卡驱动程序的安装与系统配置等几个部分，其中最重要、最复杂的是网卡驱动程序的安装与系统配置部分。

（一）网线的制作及连接

第一步，按 1–3、2–6 交叉法制作一条五类（或超五类）双绞线。

第二步，准备两块 PCI 总线接口、自适应 10 / 100Mbps RJ–45 以太网卡。

第三步，把两网卡分别插入到计算机空余 PCI 插槽中，然后用螺钉固定在机箱上。

第四步，把网线的两端的水晶头分别插入两台计算机已安装的网卡的 RJ–45 接口中。

通过以上简单的四步，就把网卡的物理安装和网络连接完成了，下面着重介绍网卡的驱动程序安装与系统配置。

（二）网卡驱动程序的安装

网卡安装后，需要进行驱动程序的安装与系统的配置。随着微软 Windows 系统对硬件支持范围的扩大，许多网卡的驱

动程序都已内置，通常不需另外提供网卡的驱动程序。

安装完成后，启动计算机系统。当系统检测到硬件，自动安装相应的驱动程序。有时，为了实现网卡的高性能，如果有网卡厂家提供的驱动程序，建议还是安装厂家提供的驱动程序。

为了掌握网卡驱动程序的安装方法，下面对 Windows 系统中网卡驱动程序的安装作一简单介绍。具体步骤如下：

第一步，在控制面板中双击“添加新硬件”选项，出现如图 42 所示的添加新硬件向导对话框。

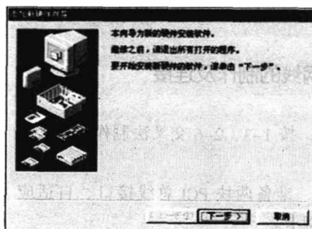


图42　添加新硬件对话框

第二步，单击“下一步”按钮，出现如图 43 所示对话框。这个对话框提示用户系统将对新添加的硬件进行搜索。



图43　添加新硬件搜索对话框



第三步，先选择第一个单选项，单击“下一步”按钮出现如图 44 所示对话框。在这个对话框中显示了搜索驱动程序的多种定位方法，根据实际选择一项或多项复选项。

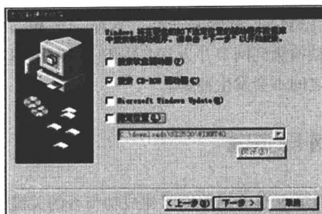


图44　添加新硬件位置选择对话框

如果选择的不是如图 44 所示对话框中的第一个单选项，而是第二个，则出现如图 45 所示的对话框。在这个对话框中列出了所有兼容此网卡的类型，选择一个即可。如果还不能确定，则可单击对话框中的“从磁盘安装”按钮，从厂家提供的磁盘中安装网卡的驱动程序。

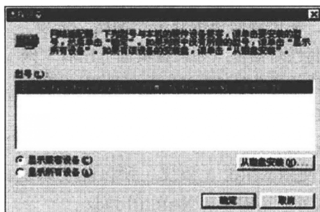


图45　添加新硬件驱动程序选择对话框

选择好了驱动程序的位置后，单击“下一步”按钮或者是“确定”按钮后即可自动完成驱动的安装了。安装完后系统提示重新启动计算机，重启后即可生效。

Windows 支持目前市场上绝大多数网卡，最好选择支持即插即用（Plug&Play）的网卡产品。这样，当 Windows 重新启动时，会自动检测到网卡并为其安装相应的网卡驱动程序，并保证各设备之间不会发生冲突。

（三）网卡的配置

网卡的配置是整个对等网组建成功与否的关键，在网卡的配置中需要做以下几个方面的配置：

（1）安装网络客户。

（2）安装网络协议。

（3）配置工作组。

（4）配置客户机网卡的 IP 地址。

通常在安装网卡后，基本的网络组件，如网络客户、TCP / IP 协议都已安装，只需进行一些必要的配置即可。下面说明如何在网卡安装后，设置网卡的参数。

第一步，在控制面板中双击“网络”选项，出现如图 46 所示的网络属性对话框（如果在桌面上已有“网上邻居”项，也可直接在其上单击鼠标右键，然后选择“属性”选项，可打开网络属性对话框）。

第二步，若 Windows 对等网中要实现诸如打印共享等网络任务，需使用 NetBEUI 协议，所以除了系统自动安装的 TCP / IP 协议外，还需添加 NetBEUI 协议。

第三步，选择如图 47 所示对话框中的“协议”项，然后



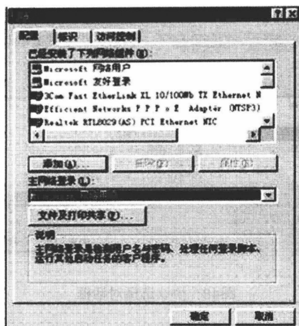


图46　网络属性对话框

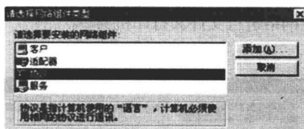


图47　属性选择对话框

单击“添加”按钮后即可打开如图48所示对话框，在这个对话框中的左栏选择“Microsoft”选项，然后在右边列表中双击“NetBEUI”选项即可。

第四步，添加NetBEUI协议后不要急于重新启动系统，为了完成对等资源的共享安装，要把文件及打印的共享服务程序加进去。方法与添加NetBEUI协议类似，不同的是在如图

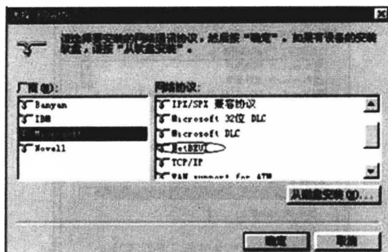


图48 协议选择对话框

47 所示对话框中选择的不是“协议”，而是“服务”，然后在出现的如图 49 所示对话框中双击“Microsoft 网络上的文件与打印机共享”选项即可。添加了这个服务项后，对等网中的用户才可以通过网络进行文件和打印机共享。

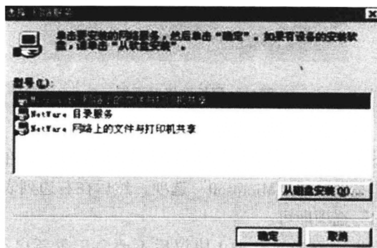
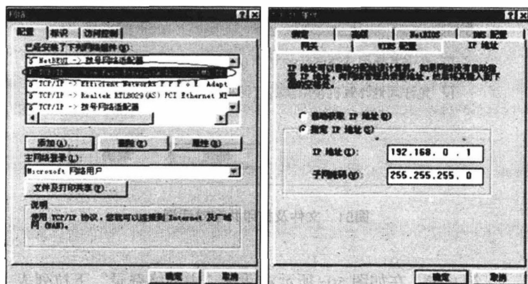


图49 服务选择对话框



第五步，安装协议和服务后，在如图 50a 所示对话框中选择对应网卡的 TCP / IP 项。然后单击“属性”按钮，打开网卡的 TCP / IP 属性配置对话框。

第六步，因为在对等网中没有专门的 DHCP 服务器来为各客户机自动选择 IP 地址，所以需要在如图 50b 所示对话框中选择“指定 IP 地址”单选项，然后在下面的“IP 地址”和“子网掩码”栏中分别输入一个 IP 地址和子网掩码。



a　　　　　　　　　　b

图 50　TCP / IP 属性对话框

一般局域网通常采用“192.168.0.0 ~ 192.168.255.255”作为对等网络的 IP 地址，当然也可以采用其他 C 类 IP 地址。子网掩码要注意与相应的 IP 地址类型对应，如 C 类 IP 地址的子网掩码，在没有子网时为“255.255.255.0”。

在 TCP / IP 协议属性中只需配置 IP 地址项，如果要实现

网络连接共享，如共享上网，则还需要在客户端配置“网关”项，网关直接指向提供共享上网的主机网卡 IP 地址。

第七步，单击如图 50a 所示对话框中的“文件及打印共享”按钮，系统显示“文件与打印机功能共享”对话框（图 51），为了其他客户机能够共享本机资源，全选两个复选项。当然这可根据实际情况而定，如果此机上没有连接打印机，则不需选择“允许其他计算机使用我的打印机”复选项。

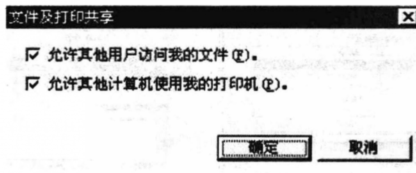


图51　文件及打印共享对话框

第八步，在如图 50a 所示对话框“主网络登录”下拉列表中选择“Windows 登录”选项，这样在每次启动系统时，不会出现身份验证对话框，要求用户输入密码。

第九步，在如图 52 所示的对话框中单击“标识”标签项。在这个对话框中要为计算机配置网络中唯一的计算机名，并配置网络的工作组名。配置好后单击“确定”按钮生效。

所有选项设置好，单击“确定”按钮，系统即进行自动更新，完成后，重新启动系统即可生效。



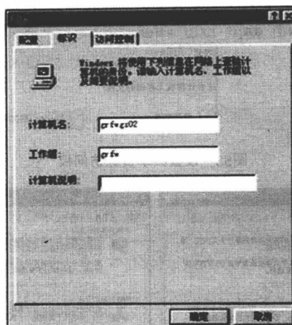


图52　网络标识对话框

(四) 共享文件夹的配置

Windows 中，文件资源采用访问权限来限制，在对等网中只是通过共享文件夹的设定才能实现资源的共享。

第一步，在需共享的文件夹上单击鼠标右键，在出现快捷菜单中选择“共享”选项（图 53）。选择“共享”选项后，出现如图 54a 所示的共享文件夹设定对话框。若要对指定文件夹整体配置共享属性，单击“如果您知道在安全方面的风险，但又不想运行向导就共享文件，请单击此处”，如图 54b 所示，直接选择“在网络上共享这个文件夹”即可。

第二步，在如图 54b 所示的对话框中，在“共享名”中输入该共享文件夹的共享名称。

通过以上几步，相应的文件夹中会有一个手形标志。

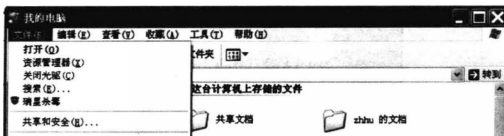
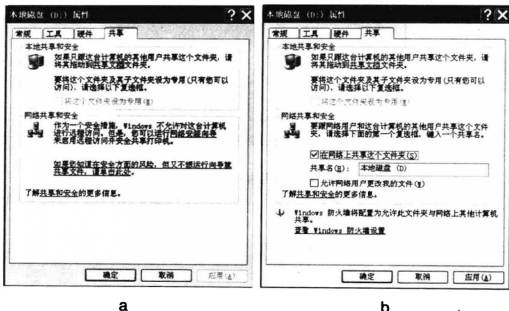


图53 设置共享资源访问权



a　　　　　　　　　　b

图 54 共享资源配置

通过以上各步的配置，通过网上邻居即可查看其他计算机上的共享资源了。

第五节 体育场馆局域网中的连接设备

用于计算机之间、网络与网络之间的连接设备称为网络连接设备。在体育场馆计算机网络应用中，常用的主要有集线



器、交换机、网卡等设备。

一、网络集线器

集线器（HUB），英文“HUB”是“中心”的意思，集线器的主要功能是对接收到的信号进行再生整形放大，以扩大网络的传输距离，同时把所有节点集中在以它为中心的节点上。它工作于OSI参考模型第二层，即“数据链路层”。

集线器是中继器的一种，其区别仅在于集线器能够提供更多的端口服务，所以集线器又叫多口中继器。集线器主要以优化网络布线结构、简化网络管理为目的。集线器是对网络进行集中管理的最小单元，像树的主干一样，它是各分枝的汇集点。

常见的集线器外观如图55所示。



图55　集线器外观

以集线器为节点中心的优点是：当网络系统中某条线路或某节点出现故障时，不会影响网上其他节点的正常工作，这也是集线器与传统的总线网络最大的区别和优点，它提供了多通道通信，大大提高了网络通信速度。

然而随着网络技术的发展，集线器的缺点越来越突出。后来，一种技术更先进的数据交换设备——交换机，逐渐取代了部分集线器的高端应用。集线器的主要不足体现在如下几个方面：

(1) 用户带宽共享，带宽受限。集线器的每个端口并没有独立的带宽，而是所有端口共享总带宽，用户端口带宽较窄，且随着集线器所接用户的增多，用户的平均带宽不断减少，不能满足当今许多对网络带宽有严格要求的网络应用，如多媒体、流媒体应用等环境。

(2) 广播方式，易造成网络风暴。集线器是一个共享设备，它的主要功能只是一个信号放大和数据中转，不具备自动寻址能力（即不具备交换作用），所有传到集线器的数据均被广播到与之相连的各个端口，容易形成网络风暴，造成网络堵塞。

(3) 非双工传输，网络通信效率低。集线器在同一时刻每一个端口只能进行一个方向的数据通信，而不能像交换机那样进行双向双工传输，网络执行效率低，不能满足较大型网络通信需求。

正因如此，目前集线器正在逐渐被交换机所取代。

在总线型网络中只存在一个物理信号传输通道，这样就存在各节点争抢信道的矛盾，传输效率较低。引入集线器设备后，各节点与集线器的连接都有各自独立的通道，但是在集线器内部却只有一个共同的通道，上、下行数据都必须通过这个共享通道发送和接收数据，当上、下行通道同时有数据发送时，就可能出现冲突现象。这种现象如同单车道上同时有两个方向的车驰来，为了保证线路的畅通，只能采用单方向放行的策略，一边通过后，再放行另一边，这虽然解决了数据的传输



问题，但这也极大地影响了集线器的工作效率。这就是集线器的工作原理（图 56）。

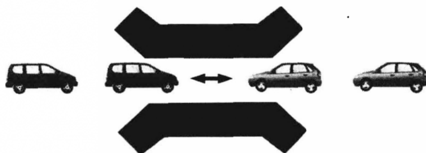


图56　集线器工作原理

二、网络交换机

随着网络传输媒体类型的日益丰富，人们对网络数据传输速度和传输性能的要求日益提高，出现了一种更新、更实用的集线设备“交换机”。交换机的英文名称为“Switch”，它是集线器的升级换代产品（图 57）。交换机是按照通信两端传输信息的需要，用人工或设备自动完成的方法，把要传输的信息送到符合要求的相应路由上的技术统称。广义的交换机就是一种在通信系统中完成信息交换功能的设备。



图57　交换机外观

“交换”和“交换机”最早起源于电话通信系统(PSTN)。我们以前经常在一些老的影片中看到有人在电话机旁狂摇几下(注意不是拨号)，然后说：给我接×××，话务接线员接到要求后，就会把相应端线头插在要接的端子上，即可通话。其实这就是最原始的电话交换机系统，只不过它是一种人工电话交换系统，不是自动的，我们现在要讲的交换机是在这个电话交换机技术上发展而来的。

在计算机网络系统中，交换是相对于共享工作模式的一种改进。交换机拥有一条很高带宽的总线和内部交换矩阵，交换机的所有端口都挂接在这条总线上。控制电路收到数据包以后，处理端口会查找内存中的MAC地址（Media Access Control，网卡的硬件地址）对照表，以确定目的MAC的网卡挂接在哪个端口上，通过内部交换矩阵直接将数据包迅速传送到目的节点，而不是所有节点，目的MAC若不存在时，广播到所有端口。这种方式一方面可以明显地提高网络的传送效率，且不易产生网络堵塞；另一方面，数据传输安全，发送数据与接收数据一一对应，其他节点很难侦听到这些信息。

交换机的另一个重要特点是，它不像集线器那样每个端口共享带宽，它的每一端口都独享交换机的一部分总带宽，这样在速率上对于每个端口来说基本都等于总带宽。使用交换机可以有效地隔离广播风暴，减少误包和错包的出现，避免共享冲突。在同一时刻可进行多个节点对之间的数据传输，每一节点都可视为独立的网段，连接在其上的网络设备独自享有固定的带宽，无须同其他设备竞争使用。如当节点A向节点D发送数据时，节点B可同时向节点C发送数据，而且这两个传输都享有总带宽，并都有着自己的虚拟连接。

交换机的主要功能包括物理编址、网络拓扑结构、错误校



验、帧序列以及流量控制。目前一些高档交换机还具备了一些新的功能，如对虚拟局域网的支持、对链路汇聚的支持，有的还具有路由和防火墙的功能。

交换机除了能够连接同种类型的网络之外，还可以在不同类型的网络（如以太网和快速以太网）之间起到互连作用。许多交换机都能够提供支持快速以太网或光纤分布式数据接口网等的高速连接端口，用于连接网络中的其他交换机或者为带宽占用量大的关键服务器提供附加带宽。

一般来说，交换机的每个端口都用来连接一个独立的网段，但是有时为了提供更快的接入速度，可以把一些重要的网络计算机直接连接到交换机的端口上。这样，网络的关键服务器和重要用户就拥有更快的接入速度，支持更大的信息流量。

总之，交换机是一种基于 MAC 地址识别、能完成封装转发数据包功能的网络设备。交换机对于因第一次发送到目的地址不成功的数据包会再次对所有节点同时发送，企图找到这个目的 MAC 地址，找到后就会把这个地址重新加入到自己的MAC 地址列表中，这样下次再发送到这个节点时就不会发错。交换机的这种功能就称之为“MAC 地址学习”功能。

（一）交换机与集线器的区别

交换机最开始是为了解决集线器共享传输介质，端口带宽过窄，容易产生广播风暴而产生的，最初的交换机是工作在OSI / RM 开放体系结构中的第二层，所以也称之为第二层交换机。交换机与集线器的区别主要体现在如下几个方面：

1. 在 OSI / RM 中的工作层次不同

交换机和集线器在 OSI / RM 开放体系模型中对应的层次不一样，集线器是同时工作在第一层（物理层）和第二层（数据链路层），而交换机至少是工作在第二层，更高级的交换机可以工作在第三层（网络层）和第四层（传输层）。

2. 交换机的数据传输方式不同

集线器的数据传输方式是广播（Broadcast）方式，而交换机的数据传输是有目的的，数据只对目的节点发送，只是在自己的 MAC 地址表中找不到的情况下第一次使用广播方式发送，然后因为交换机具有 MAC 地址学习功能，第二次以后就不再是广播发送了，而是有目的的发送。这样的好处是数据传输效率提高，不会出现广播风暴，在安全性方面也不会出现其他节点侦听的现象。

3. 带宽占用方式不同

在带宽占用方面，集线器所有端口是共享集线器的总带宽，而交换机的每个端口都具有自己的带宽，这样交换机实际上每个端口的带宽比集线器端口可用带宽要高许多，也就决定了交换机的传输速度比集线器要快许多。

4. 传输模式不同

集线器只能采用半双工方式进行传输，因为集线器是共享传输介质的，这样在上行通道上，集线器一次只能传输一个任务，要么是接收数据，要么是发送数据。而交换机则不一样，它采用全双工方式来传输数据，因此在同一时刻可以同时进行



数据的接收和发送，这不但令数据的传输速度大大加快，而且在整个系统的吞吐量方面交换机比集线器要快许多。

（二）网络交换机的工作原理

交换机和集线器在外观上非常相似，而且都遵循IEEE 802.3 及其扩展标准，介质存取方式也均为 CSMA / CD，但是它们之间工作原理却有着根本的区别。简单地说，由交换机构建的网络称之为交换式网络，每个端口都能独享带宽，所有端口都能够同时进行通信，并且能够在全双工模式下提供双倍的传输速率。而集线器构建的网络称之为共享式网络，在同一时刻只能有两个端口（接收数据的端口和发送数据的端口）进行通信，所有的端口分享固有的带宽。

1. 交换数据传输技术

交换机工作原理中，“共享”（Share）和“交换”（Switch）这两个概念最为重要。集线器是采用共享方式进行数据传输的，交换机是采用“交换”方式进行数据传输的。我们可以把“共享”和“交换”理解成公路。“共享”方式是来回车辆共用一个车道的单车道公路，而“交换”方式则是来回车辆各用一个车道的双车道公路。从经验上我们明显可以感受到双车道交换方式的优越性，因为双车道来回的车辆可以在不同的车道上单独行走，一般来说如果不出现意外是不可能出现“塞车”现象的，而单车道就像我们过单车道的桥一样，来回的车辆每次只能允许一个方向的车辆经过这个桥，这样就很容易出现“塞车”现象。

交换机解决了集线器共享单车道容易出现的“塞车”现

象，可以同时接收和发送数据，数据流是双向的。处于“全双工”（Full Duplex）模式，也称为“双工”模式。

2. 数据传递的方式

交换机通过每块网卡的 MAC 地址，形成一个节点与 MAC 地址的对应表，用于识别连接的每一台计算机。当从一个端口发出数据时，因其中会含有目的地的 MAC 地址，交换机按照 MAC 地址对应表，在两个节点之间架起一条临时性的专用数据传输通道，两个节点便可以不受干扰地进行通信了，如图 58 所示。

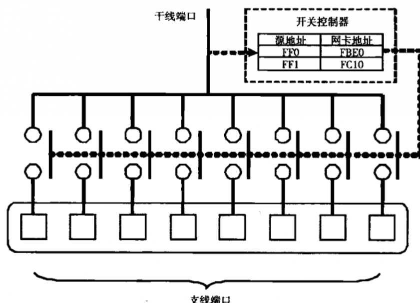


图58　交换机工作原理

交换机在刚使用时，不可能知道所在网络中各节点的地址，其 MAC 地址表是一个空表，但是交换机可以根据数据帧中的源 MAC 地址来更新地址表。当一台计算机打开电源后，



安装在该系统中的网卡会定期发出空闲包信号，交换机据此得知它的存在以及其 MAC 地址，并自动收集数据帧中的源 MAC 地址。当交换机使用了一段时间后，寻到的 MAC 地址越来越多，交换速度自然也就越来越快。

综上所述，交换机作为当前局域网的主要连接设备，与集线器相比具有许多明显的优点，目前已基本取代了集线器。

三、网　卡

网卡（Network Interface Card，简称 NIC），也称网络适配器，是计算机与局域网相互连接的接口。无论是普通计算机、工控机还是服务器，只要连接到局域网，就都需要安装一块网卡。如果有必要，一台计算机也可以同时安装两块或多块网卡。

计算机之间在进行相互通信时，数据不是以流而是以帧的方式进行传输的。我们可以把帧看做是一种数据包，在数据包中不仅包含有数据信息，而且还包含有数据的发送地、接收地信息和数据的校验信息。

网卡的功能主要有两个：一是将计算机的数据封装为帧，并通过网线（对无线网络来说就是电磁波）将数据发送到网络上去；二是接收网络上传过来的帧，并将帧重新组合成数据，传送到所在的计算机中。网卡接收所有在网络上传输的信号，但只接受发送到该计算机的帧和广播帧，将其余的帧丢弃。然后，传送到系统 CPU 做进一步处理。当计算机发送数据时，网卡等待合适的时间将分组插入到数据流中。接收系统通知计算机消息是否完整地到达，如果出现问题，将要求对方重新发送。

随着计算机网络技术的飞速发展，为了满足各种应用环境和应用层次的需求，出现了许多不同类型的网卡，但是有一点是一致的，那就是每块网卡都有一个世界唯一的 ID 号，也叫做 MAC 地址。MAC 地址被烧录在网卡的 ROM 中，就像是我们每个人的遗传基因密码一样绝对不会重复。MAC 地址用于在网络中标识计算机的身份，实现网络中不同计算机之间的通信和信息交换。

网络有许多种不同的类型，如以太网、令牌环网、光纤分布式数据接口网、异步传输模式网、无线网络等，不同的网络必须采用与之相适应的网卡。然而绝大多数局域网，特别是体育场馆中的局域网都是以太网（工业以太网），因此，我们所接触到的网卡也基本上都是以太网网卡。

网卡有多种分类方法，根据不同的标准分为：

（1）由于目前的网络有异步传输模式网、令牌环网和以太网之分，所以网卡也有异步传输模式网网卡、令牌环网网卡和以太网网卡之分。因为以太网的连接比较简单，使用和维护起来都比较容易，所以目前体育场馆中使用的网卡也以以太网网卡居多。

（2）网卡可按其传输速率（即其支持的带宽）分为 10Mbps 网卡、100Mbps 网卡、10 / 100Mbps 自适应网卡以及千兆网卡等。其中，10 / 100Mbps 自适应网卡是现在最流行的一种网卡，它的最大传输速率为 100Mbps，该类网卡可根据网络连接对象自动确定网卡工作速度（工作在 10Mbps 还是 100Mbps 速率下）。目前我们通常使用的是 10 / 100Mbps 自适应网卡。

（3）按主板上的总线类型，网卡可划分为 ELSA、ISA、PCI 和 USB 四种。EISA 是早期的总线类型，现在已被淘汰。



ISA网卡由于CPU占用率比较高，往往会造成系统的停滞，再加上ISA网卡的数据传输速度极低，使得这种接口的网卡目前已很少见。PCI网卡是现在应用最广泛、最流行的网卡，它具有性价比高、安装简单等特点。USB接口网卡是近期出现的产品，这种网卡是外置式的，具有不占用计算机扩展槽的优点，因而安装更为方便，主要是为了满足没有内置网卡的笔记本计算机用户。而笔记本专用网卡，是一种专门为自身不具备网卡功能笔记本配制的网卡，和普通网卡无异。

(4) 根据工作对象的不同，网卡可以分为服务器专用网卡、个人计算机网卡、笔记本计算机专用网卡和无线局域网网卡四种。服务器专用网卡是为了适应网络服务器的工作特点而设计的。为了尽可能地降低服务器芯片的负荷，一般都自带控制芯片，这类网卡售价较高，一般只安装在一些专用的服务器上。平时我们常见的一般都是适合于个人计算机使用的PC网卡，俗称为“兼容网卡”，此类网卡价格低廉、工作稳定，现已被广泛应用。无线局域网网卡是新推出的，针对无线网络的网卡，它遵循IEEE 802.11a / 802.11b / 802.11g 三个标准，最高传输速率可达54Mbps。

(5) 根据网卡的存在方式来分，网卡可分为集成网卡和独立网卡。集成网卡一般集成在计算机的主板上，无法拆卸，损坏不宜替换。与之对应的则是独立网卡。

第六节 组建体育场馆办公网络

在体育场馆组建的办公网络，需要采用先进的计算机网

络，广泛、全面、迅速地收集、整理、加工、存储和使用信息，为体育场馆科学管理和决策服务，它是提高行政办公效率的基础。

一、网络规划

在体育场馆中，局域网是连接各个自控系统的桥梁，而多台计算机互连共享上网，作为网络应用的一种形式，有时也比较常见。其主要特点有：

第一，使相邻办公室或管理部门之间的多台计算机连接成局域网，实现资源共享。

第二，多台计算机共享上网。

第三，各个部门间进行信息交流，提高办公效率。

第四，创建和管理 BBS、Email 等，宣传体育场馆。

第五，为体育场馆电子商务的实施奠定网络基础。

体育场馆中网络的连接可以采用两种方式，总线型和星型网络结构。前者采用 BNC 接口网卡，使用同轴电缆连接，后者采用交换机配合五类线连接。不过，随着技术的发展，BNC 接口网卡的应用逐渐减少，而且它本身只有 10Mbps 的传输速率，已经不能满足网络应用的需要，所以目前多数采用星型网络结构来构建体育场馆的网络。它的优势不仅是传输速率较高（一般为 10 / 100Mbps 自适应），每台计算机之间的独立性较好，而且不会因为中间任何一台计算机的问题而影响到整个网络的正常使用，且管理维护方便。



（一）总线型网络布局

总线型网络由单根同轴电缆组成，该电缆连接网络中所有节点，如图 59 所示。

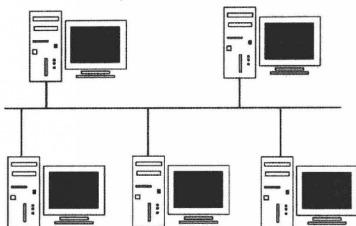


图59　总线型网络布局

总线型网络仅能支持一个信道，因此每个节点共享总线的全部带宽。在每个总线网络的末端都有一个 50 欧姆、称为终结器的电阻器，其作用是在信号到达目的地后终止信号。总线型网络的优点是结构简单，不需要网络连接设备。但缺点也十分明显，如网络增加更多的节点时，网络的性能将会下降，网络总线出现断路或缺陷时，将影响到整个网络的正常运行。所以总线型网络的扩展性和容错性都不如星型网络。

（二）星型网络布局

星型网络中的每个节点通过一个中央设备（如集线器或交

换机）连接在一起，如图60所示。

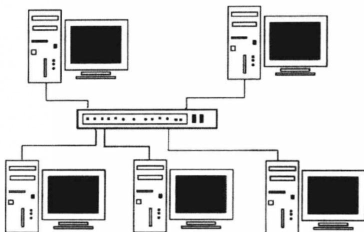


图60　星型网络布局

在星型网络布局中，计算机将数据发送到交换机，再由交换机将数据转发到包含目标节点的网络中，任何单根网线只连接两个设备（一个计算机和一个交换机），因此网线连接出现问题时，最多影响一个节点的计算机，发生故障的计算机不会使整个星型网络瘫痪。

星型网络布局的优点是网络的扩展性好，增加多个节点时，不会造成网络效率的降低。其不足是需要添置网络连接设备。

二、场馆局域网络设计

局域网在建设之前，主要考虑的问题有选用什么样的局域网及网络操作系统；网络中有多少台计算机；网络速度是多



少；选用什么样的网络布局；如何布线；选用什么样的连接设备；选用什么样的网络介质和使用什么网络协议等内容。

（一）网络操作系统的选择

在体育场馆中的局域网应用中，有较强的稳定性和较广泛使用范围的 Windows XP 操作系统具有强大的兼容性、稳定性，便于使用，凭借着这些优势，Windows XP 系统基本满足体育场馆中构建局域网络的需求。

（二）硬件规划

1. 交换机的选择

交换机是局域网中计算机和服务器连接的设备，是局域网的星型连接点，每台计算机用双绞线连接到交换机上，由交换机对计算机进行集中管理。交换机有多个用户端口（8 个、16 个、24 个），用双绞线连接每个端口和工作站（或服务器）。

2. 网卡的选择

（1）根据带宽：常见的有 10Mbps、100Mbps、10/100Mbps 自适应网卡。对于数据传输要求不高的用户，可以选用 10Mbps 或 100Mbps 的网卡。对于带宽要求范围较大的交换式局域网，特别是在一个 10Mbps 和 100Mbps 网卡混合使用的局域网中，应选择 10/100Mbps 自适应网卡。

（2）根据总线类型：可分为 ISA、PCI 两种网卡。ISA 网卡以 16 位传输数据，速度较慢，目前基本被淘汰。PCI 网卡以 32 位传输数据，速度较快，所以应该选择 PCI 类型的网卡。

（3）根据接口：有 BNC 接口、RJ–45 接口和两种接口混合的双口网卡。接口的选择和网络布线形式有关，BNC 网卡通过同轴电缆直接与其他计算机相连；RJ–45 接口网卡通过双绞线连接交换机，再通过交换机连接其他计算机。

3. 网线

要连接局域网，网线是必不可少的。在局域网中常见的网线主要有双绞线、同轴电缆、光缆三种。

双绞线是由许多对线组成的数据传输线。常用的双绞线内有一层金属隔离膜，在数据传输时可减少电磁干扰。它的特点是价格便宜，所以被广泛应用。

同轴电缆的特点是抗干扰能力好，传输数据稳定，价格也便宜。但由于在体育场馆中布线不及双绞线方便，在计算机网络中较少使用。

光缆是目前最先进的网线，但是它的价格较贵，在体育场馆办公场合很少使用。

三、体育场馆网络的布线与检测

体育场馆网络布线比较麻烦，需要把网线按照设计在办公室之间安装好，包括如何从墙上穿越主干线、支干线，如何跟电话线和电线合理分配空间等。

（一）布　线

在开始网络布线之前，首先要进行整体规划，确认有几台



计算机需要接入网络，以及每台计算机的具体摆放位置，然后决定交换机的摆放地点。需要特别注意的是，网关服务器（接入互联网的那一台计算机）最好放在联网入户线的旁边，因为入户线越短越好。

（二）连接网络

首先制作网线（见后面有关章节中网线的制作过程），然后连接交换机和计算机。

注意事项：在连接时，注意网线的长度和网线的位置；网线不能太长，一般在 10 米以内；在放置网线时，不能让网线处在容易疲劳或容易受损的地方。

（三）检　测

检测时应注意以下几点：

(1) 使用硬件厂商提供的工具程序来测试。网络出了问题时，先把网卡所附带的磁盘拿出来执行检测程序，确认网卡本身是否正常。

(2) 检测网卡或交换机上的指示灯。现在的网卡大都有自动检测功能，并且多数会有服务器指示灯来显示当前的连接状态。只要某一插槽上的网线正常且连接的计算机电源已经打开，那么相对的指示灯便会亮起来；若是接线不对或是计算机关机，指示灯就会熄灭。

(3) 用查线工具检查网线。可以使用专用网线检查工具或普通的万用表对网线进行检查，距离较近时，使用万用表检查网线是比较方便的，当距离较远时，一般使用专用网线测试工

具检查网络。

四、网线的制作与工具

在双绞线以太网的网线制作中，首先要准备必要的材料和工具，并对这些材料和工具有所了解，方可制作出符合要求的网线。制作网线所需材料及工具主要包括：双绞线、RJ–45 插头、剥线钳、双绞线专用压线钳等。

（一）双绞线网线制作的材料及工具

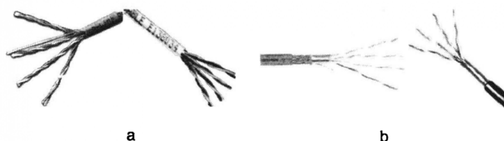
1. 双绞线

双绞线（Twisted–Pair Cable）是由不同颜色的 4 对 8 芯线组成，每两条按一定规则绞织在一起，成为一个芯线对。作为以太局域网最基本的连接、传输介质，人们对双绞线的重视程度是不够的，其实它在很大程度上决定了整个网络的性能。双绞线作为网络连接的传输介质，网络上所有信息都需要在这样一个信道中传输，如果双绞线本身质量不好，传输速率受到限制，即使其他网络设备的性能再好，传输速度再高又有什么用呢？双绞线一般有屏蔽（Shielded Twicted–Pair，STP）与非屏蔽（Unshielded Twisted–Pair，UTP）双绞线之分。屏蔽双绞线当然在电磁屏蔽性能方面比非屏蔽的要好些，但价格也要贵些。

双绞线按电气性能划分为：三类、四类、五类、超五类、六类、七类双绞线等类型，数字越大、版本越新、技术越先进，带宽也越宽，当然价格也越贵。三类、四类线目前在市场



上几乎没有了，目前在一般局域网中常见的是五类、超五类或者六类非屏蔽双绞线。图 61a 所示的为一段非屏蔽超五类双绞线，而图 61b 为一段屏蔽的双绞线。从图中可以看出，屏蔽的五类双绞线外面包有一层屏蔽用的金属膜，它的抗干扰性能好些，但应用的条件比较苛刻，不是用了屏蔽的双绞线，在抗干扰方面就一定强于非屏蔽双绞线。屏蔽双绞线的屏蔽作用只在整个电缆均有屏蔽装置，并且两端正确接地的情况下才起作用，所以，要求整个系统全部是屏蔽器件，包括电缆、插座、RJ-45 插头和配线架等，同时建筑物需要有良好的地线系统。事实上，在实际施工时，很难全部完美接地，从而使屏蔽层本身成为最大的干扰源，导致性能甚至远不如非屏蔽双绞线。所以，除非有特殊需要，通常在体育场馆的综合布线系统中只采用非屏蔽双绞线。



a　　　　b

图61　双绞线

双绞线作为一种价格低廉、性能优良的传输介质，在体育场馆的综合布线系统中被广泛应用于水平布线。双绞线价格低廉、连接可靠、维护简单，可提供高达 1000Mbps 的传输带宽，不仅可用于数据传输，而且还可以用于语音和多媒体传输。目前的超五类和六类非屏蔽双绞线可以轻松提供 155Mbps 的通信带宽，并拥有升级至千兆的带宽潜力，因此，成为水平

布线的首选线缆。

在六类双绞线产品家族中，主要的品牌有如下几个：

(1) 安普 (AMP)。这一品牌是最常用的一个，安普的六类双绞线系统是由 Quantum UTP 线缆、Quantum 模块化信息插座系统、Quantum 模块化配线架系统和 Quantum 跳线等连接件组成。Quantum 六类系统提供了 200MHz 的带宽，其 UTP 线缆模块化的连接由传统 110 系统或无需工具的模块化连接硬件组成，整个系统超越由 ISO / IEC 规定的六类布线应达到的性能标准。

(2) 西蒙 (Siemon)。这一产品在综合布线系统中是经常使用的，它比安普品牌在质量、技术特性上都高出一个档次，其价格也高许多。西蒙 System 6 的频率带宽超过250MHz，同时可以保证在 250MHz 以内所有的性能参数都满足和超过六类标准草案的要求，西蒙公司可提供所有六类产品（连接硬件、线缆）及系统（基本链路和信道）的测试报告及第三方认证实验室（如 DELTA、ETL）的测试认证。

(3) 朗讯 (Lucent)。这一品牌的双绞线产品比较少见，它主要应用在高端网络组建中。朗讯以贝尔实验室为后盾，开发的端到端“六类”布线系统，对网络中连接主机及计算机的布线系统的每一元件都进行了革新，更加优化了布线系统的端到端性能。典型的配置是水平系统铜缆与垂直主干及建筑群子系统光纤的组合。这种解决方案可提供目前所需的网络性能，同时也为将来的网络应用和技术发展提供了充足的带宽。

2. RJ-45 插头

双绞线的两端必须都安装 RJ-45 插头，以便插在网卡、



集线器或交换机 RJ–45 接口上。如图 62a 所示是单个的 RJ–45 插头，图 62b 为一段做好网线的 RJ–45 插头。

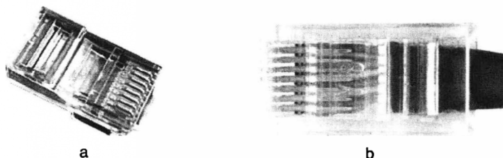


图62　RJ–45 插头

RJ–45 插头虽小，但在网络的重要性一点儿都不能小看，在许多网络故障中，就有相当一部分是因为 RJ–45 插头质量不好而造成的。

3. 双绞线网线制作工具

在双绞线网线制作中，网线压线钳可以完成剪线、剥线和压线三种用途。因为网线钳针对不同的线材会有不同的规格，一般选用双绞线专用压线钳用来制作双绞以太网线。几种常见的剥线钳如图 63 所示。

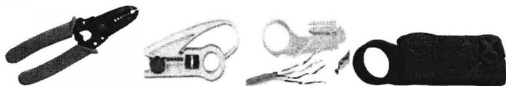


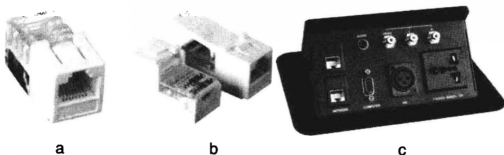
图63　不同类型的剥线钳

(二) 双绞线布线材料及工具

网线布线的材料和工具是组建网络的基础，网线做好后，为了美观和紧固作用，通常在网线的终端上加一个网线信息插座，这样与工作站连接的网线可以直接插到墙壁的信息插座RJ-45插孔上。

1. 信息插座

信息插座一般是安装在墙面上的，也有桌面型和地面型的，主要是为了方便工作站的移动，并且保持整个布线的美观。三种信息插座外观可参考图64a、图64b和图64c。



a　　　b　　　c

图64　各种类型的信息插座

2. 网线模块

与信息插座配套的网线模块（图65）安装在信息插座中，一般是通过卡位来固定的，通过它把从交换机的网线与工作站端RJ-45插头相连。



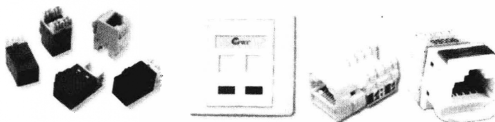


图65　各种类型的网线模块

3. 打线钳

信息插座与网线模块嵌套在一起，通过网线模块与外部网线连接。在网线与网线模块连接时，把网线的 8 条芯线按规定卡入网线模块的对应线槽中，网线的卡入需用专用的卡线工具，称为“打线钳”。

如图 66 所示为两款单线打线钳和一款多对打线钳。多对打线工具通常用于配线架网线芯线的安装。

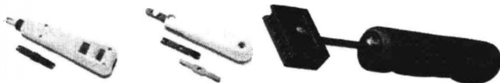


图66　不同形式的打线钳

4. 打线保护装置

把网线 4 对芯线卡入到信息模块中，一般比较困难，通常需要打线保护装置，一则可更方便的把网线卡入到信息模块中，另则也可以起到隔离手掌，保护手的作用。图 67 为掌

上防护装置。（注意，上面嵌套的是信息模块，下面部分是保护装置）

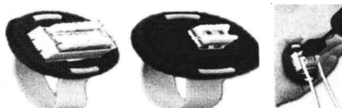


图67　打线保护装置

（三）同轴电缆网线制作材料及工具

同轴电缆是局域网中最常见的传输介质之一，它主要应用于小型局域网中。同轴电缆网线的制作材料及工具主要包括：同轴电缆（包括“粗缆”和“细缆”两种）、中继器、收发器（用粗同轴电缆组网时）、收发器电缆（用粗同轴电缆时）、粗同轴电缆网线附件（N 系列接头、N 系列终端匹配器、N 系列端接器）、细同轴电缆附件（BNC 连接器、BNC T 型连接器、BNC 桶型接头、终端匹配器）、同轴电缆网线压线钳等。

1. 同轴电缆

同轴电缆如我们常见的有线电视电缆差不多，应用于计算机网络的同轴电缆主要有两种，即“粗缆”和“细缆”，都属于“基带同轴电缆”（广播电视所用的电缆为“宽带同轴电缆”）。



如图 68 所示，同轴电缆以硬铜线为芯，外包一层绝缘材料。这层绝缘材料用密织的网状导体环绕，网外又覆盖一层保护性材料。计算机网络一般选用 RG-8 规格的以太网粗缆和 RG-58 规格的以太网细缆，它们的匹配阻抗均为 50 欧姆。

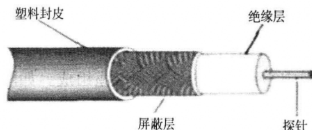


图68　同轴电缆结构

粗缆的全称为“粗同轴电缆”，简称“AUI”。细缆是指“细同轴电缆”，它的英文简称为“BNC”，细同轴电缆与粗同轴电缆结构类似，只是直径细些。

粗同轴电缆与细同轴电缆是指同轴电缆的直径有粗、细之分。粗缆适用于比较大型的局部网络，它的传输距离长、可靠性高。由于安装时不需要切断电缆，因此可以根据需要灵活调整计算机的入网位置。但粗缆网络必须安装收发器和收发器电缆，安装难度大，总体造价高。相反，细缆安装过程要切断电缆，两头需装上基本网络连接头，然后接在 T 型连接器两端，当接头较多时，容易产生接触不良的隐患，这也是目前用同轴电缆作为连接介质的以太网发生的最常见的故障之一。

2. BNC 桶型接头

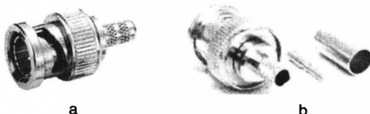
用于连接两段细同轴电缆，如图 69 所示。



图69　BNC 桶型接头

3. BNC 连接器

BNC 电缆连接器用于连接到同轴电缆的两端。BNC 电缆连接器由一根中心针、一个外套和卡座组成。如图 70a 所示为组合在一起的 BNC 连接器，而图 70b 为各部分拆解后的图示，它包括 BNC 连接器基座、外套和探针三部分。



a　　b

图70　BNC 连接器

4. BNC T 型连接器

T 型连接器用于连接细缆的 BNC 连接器和网卡，如图 71 所示。T 型接头提供信号进出的两个电缆连接，每台工作站都需要一个 T 型接头。

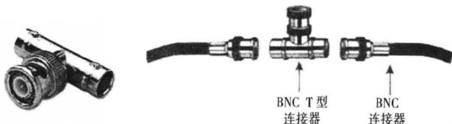


图71　BNC T 型连接器



5. 终端匹配器

对于同轴电缆的端点必须用 50 欧姆系列终端匹配器连接，用于进行网络线路的阻抗匹配。终端匹配器可直接连在 BNC T 型接头的一端，然后再把匹配器的地线接触片与地线连接即可（图 72）。

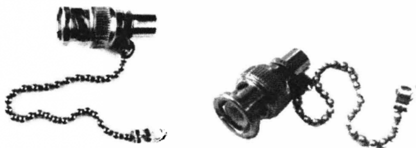


图72　终端匹配器

6. 网线钳

网线钳（图 73）有一个用于压线的六角缺口，用于卡住 BNC 连接器外套与基座。一般网线钳也具有剥线、剪线功能。

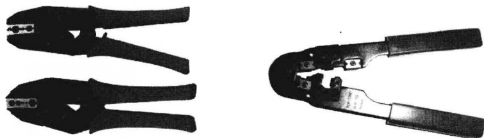


图73　不同类型的网线钳

7. 剥线钳

剥线钳如图 74 所示，主要功能是用来剥掉细缆导线外部的两层绝缘层。剥线钳上共有 3 个刀片，分别用于剥掉外层绝缘层、中间金属屏蔽层和内部绝缘层。刀片的切割深度，可由螺杆调整实现。顺时针方向时，抬高刀片，切割深度加重；逆时针方向时，降低刀片，切割深度变浅。



图74　剥线钳

(四) 网线的制作

由于网线包括双绞线和电缆两种类型，因此在制作网线过程中，根据网线类型的不同，制作过程也会有所不同。

1. 双绞线网线的制作

双绞线网线的制作，其实就是网线 RJ-45 插头的制作。

第一步：用双绞线网线钳把五类双绞线的一端剪齐（最好先剪一段符合布线长度要求的网线），然后把剪齐的一端插入到网线钳用于剥线的缺口中，注意网线不能弯，直插进去，直到顶住网线钳后面的挡位，稍微握紧压线钳慢慢旋转一圈（无须担心会损坏网线里面芯线的包皮，因为剥



线的两刀片之间留有一定距离，这个距离通常就是 4 对芯线的直径)，让刀口划开双绞线的保护胶皮，拔下胶皮，如图 75 所示。



图75　使用剥线钳剥线

剥线钳挡位离剥线刀口长度通常恰好为 RJ–45 插头的长度，这样可以有效地避免剥线过长或过短。剥线过长一则不美观，二则因网线不能被 RJ–45 插头卡住，容易松动；剥线过短，因有包皮存在，太厚，不能完全插到 RJ–45 插头底部，造成 RJ–45 插头插针不能与网线芯线完好接触。

第二步：剥除外包皮后可见到双绞线网线的 4 对 8 条芯线，并且可以看到每对线的颜色都不同。每对缠绕的两根芯线是由一种染有相应颜色的芯线加上一条只染有少许相应颜色的白色相间芯线组成。4 对全色芯线的颜色为：棕色、橙色、绿色、蓝色。

先把 4 对芯线一字并排排列，然后再把每对芯线分开，线对是按一定的颜色顺序排列的（1.白橙、2.橙、3.白绿、4.蓝、5.白蓝、6.绿、7.白棕、8.棕），如图 76 所示。

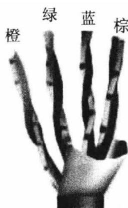


图76 双绞线线对排列

第三步：握住 RJ–45 插头，塑料扣的一面朝下，开口朝右，然后把剪齐、并列排列的 8 条芯线对准 RJ–45 插头开口并排插入 RJ–45 插头中（图 77），注意一定要使各条芯线都插到 RJ–45 插头的底部，不能弯曲，因为 RJ–45 插头是透明的，可以从 RJ–45 插头有卡位的一面清楚地看到每条芯线所插入的位置。



图77 双绞线插入 RJ–45

第四步：确认所有芯线都插到 RJ–45 插头底部后，将插入网线的 RJ–45 插头直接放入网线钳压线缺口中，如图 78 所示。因缺口结构与 RJ–45 插头结构一样，一定要正确放入，才能使后面压下网线钳手柄时所压位置正确。RJ–45 插头放好



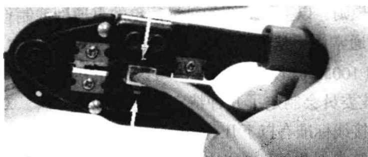



图78　使用网线钳压紧 RJ–45 插头

后即可压下网线钳手柄，使 RJ–45 插头的插针都能插入到网线芯线之中，与之接触良好，然后再用手轻轻拉一下网线与 RJ–45 插头，看是否压紧。

按照相同的方法制作双绞线的另一端 RJ–45 插头，要注意的是芯线排列顺序一定要与另一端的顺序完全一样，这样整条网线的制作就算完成了。

两端都做好 RJ–45 插头后即可用网线测试仪进行测试，如果测试仪上 8 个指示灯都依次为绿色闪过，证明网线制作成功。如果出现任何一个灯为红灯或黄灯，都证明存在断路或者接触不良的现象。

如图 79 所示的是两条两端都制作好 RJ–45 插头的网线。

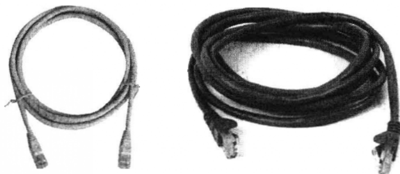


图79　带有 RJ–45 插头的网线

网线的跳线规则：以上所介绍的是最简单的直通网线制作方法，这类网线通常用于从集线器或交换机到工作站的连接。在高速网络（如100Mbps以上网络）中考虑到相互芯线之间串扰，IEEE标准委员会制定了几种特定用途的跳线方法。双绞线在网络中的接线标准有以下几种：

（1）个人计算机对集线器或交换机。如图80所示，双绞线的两端芯线要一一对应，即如果一端的第1脚为绿色，另一端的第1脚也必须为绿色的芯线，这样做出来的双绞线通常称之为"直连线"。但要注意的是4个芯线对通常不分开，即芯线对的两条芯线通常为相邻排列。这种网线一般是用在集线器或交换机与计算机之间的连接。

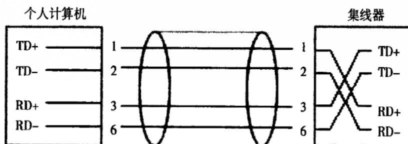


图80　直通线连接

（2）交换机对交换机。虽然双绞线有4对8条芯线，但实际上在网络中只用到了其中的4条，即RJ–45插头的第1、第2和第3、第6脚，它们分别起着收、发信号的作用。这种排列做出来的通常称之为"交叉线"，RJ–45插头的针脚排编号规则如图81所示。

这种网线一般用在集线器或交换机的级连、服务器与集线器或交换机的连接、对等网计算机的直接连接等情况下。



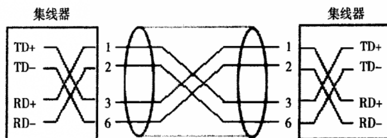


图81　交叉线连接

（3）100Mbps 接法。这是一种最常用的网线制作规则。所谓 100Mbps 接法，是指它能满足 100Mbps 带宽的通信速率。它的接法有直通线和交叉线两种。直通线：两头都按 T568B 线序标准连接。交叉线：一头按 T568A 线序连接，一头按 T568B 线序连接。

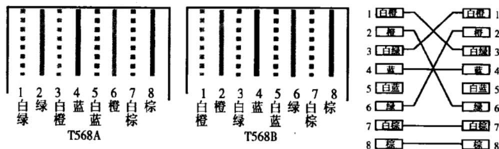


图82　T568A 与 T568B

平时制作网线时，如果不按标准连接，虽然有时线路也能接通，但是线路内部各线对之间的干扰不能有效消除，从而导致信号传送出错率升高，最终影响网络整体性能。只有按规范标准建设，才能保证网络的正常运行，也会给后期的维护工作带来便利。

2. 细同轴电缆网线的制作

第一步：用同轴电缆专用剥线钳将细缆外皮剥除，露出芯线长约3毫米，白色保护层约4毫米，屏蔽层约8毫米，如图83所示。

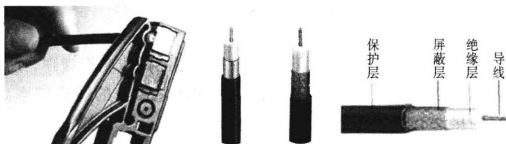


图83　同轴电缆剥皮形式

第二步：将探针套入网线的芯线上，一直要插到底，然后再把套上探针的芯线插入到同轴电缆专用压线钳中间的探针小圆孔中，压紧，使探针与网线芯线紧连。

第三步：将BNC连接器金属套环套入压好镀金探针的细同轴电缆，然后再将网线连接探针的一端从BNC接头小的一端插入（插到底），如图84所示。



图84　BNC连接器套入压好探针的同轴电缆



第四步：把套在网线的金属套环推到网线与 BNC 连接器连接处，再把网线钳的六角缺口卡在确定好的套环位置上，紧握网线钳手柄，紧压，使网线与 BNC 连接器通过 BNC 金属套环紧紧连接起来，如图 85 所示。压好后的金属套环呈六角形。



图85　使用网线钳压紧 BNC 金属环

至此，细缆的一端制作完成，然后，接照上面的步骤制作另一端的 BNC 接头。

细缆制作完毕以后，应当使用上述的网线测试仪进行连通性测试。如果没有网线测试仪，也可用普通的万用电表进行测试，测量时需将万用表挡位打在电阻挡，用表笔的两端分别接触探针或者连接器内壁，如果电阻很小，证明网线的制作是成功的。如果任一方测试阻值较大（表针不摆动或者摆动非常小），证明网线制作不成功，连接电阻过高，需重新制作。

五、网络设置

网络设置是计算机网络安装工作中技术含量较高的一项工

作，涉及操作系统的设置、驱动程序的安装和网络设备的联调等方面的内容。

（一）Windows XP 的安装和设置

Windows XP 操作系统是目前流行的操作系统，不仅支持用户的桌面操作，还支持计算机之间的各种分布操作。其实，从 Windows 95 以后，Windows 就是一个天然的网络操作系统，它在计算机网络方面大显身手，是计算机网络操作系统中使用最为广泛的一个操作系统。

1. 在 Windows 环境下安装 Windows XP

插入 Windows XP 光盘，就会自动运行，出现安装界面，点击“安装”。如果没有自动运行，请双击光盘根目录的setup.exe 开始安装。在重新启动计算机前，安装过程中会有几个选项，需要注意的是：如果你打算把 Windows XP 安装到其他分区而不是 C 盘，要注意点击“高级”选项，然后选择“安装过程中选择分区”一项，不然无法选择安装的分区。

2. 在 DOS 环境下安装

在 DOS 环境下安装 Windows XP 系统时，需要先加载 smartdrv.exe，然后运行 setup.exe。具体操作方法如下：

假设 smartdrv.exe 在 A 盘，光驱为 G 盘，那么，

```
a:\smartdrv.exe
a:\g:
g:\setup
```



3. NTFS

NTFS 对于大多数普通用户来说，它的优点在于支持文件加密。Windows XP 支持多用户使用，而且它支持在不注销当前用户的情况下，切换到另外一个用户。用 NTFS 文件系统时，不同的用户可以加密自己的文档，而其他用户是无法访问的。NTFS 的另外一个优点是它能够很好地支持大容量硬盘，且硬盘分配单元非常小，减少了磁盘碎片的产生。此外，一般的病毒在 NTFS 文件系统下是没有办法传播的，NTFS 文件系统比 FAT 32 文件系统具有更好的安全性。

（二）管理 Windows XP 的用户

（1）要管理 Windows XP 的用户，要以管理员的身份完成登录，然后打开控制面板中的“用户账号”选项。

（2）如果要修改已有用户的属性，则在“欲挑一个账户作修改”下的列表中，点击用户名，即可进入其属性的配置窗口。可完成相应的修改密码、修改图片（图标作用）、更改账户类型和删除此账户等操作。

（3）若要新建用户，则选择“挑选一项任务”下的“创建一个账号”，然后为新账户起一个名子（中英文字符均可）；在“挑选账户类型”中根据实际情况点选“计算机管理员”或“受限（账户）”选项，最后点击窗口下部的“创建账户”按钮即可。

（4）对于“账户类型”，“计算机管理员”可以创建、更改和删除用户，可以进行系统范围的修改，并能安装程序和访问文件等；而“受限”用户则只能修改自己的用户属性和桌

面，查看自己建立的或在“共享文档”中的内容，有可能因权限不够而不能安装或运行某些程序等。

（三）使用虚拟桌面

（1）所谓“虚拟桌面”，实际上是将 Windows XP 一个正在使用中的用户（包括其下运行的任何程序）挂起来，再转到另一个用户界面中。运行中的用户可以方便地转来转去，看起来就像是拥有多个“桌面”一样。

（2）确保在登录界面中拥有至少两个可选用户。在“开始”菜单中打开“控制面板”，双击“用户账号”。

（3）在“挑选一项任务”下点击“更改用户登录或注销的方式”，此时系统会提示因为启用了脱机文件，造成“无法使用快速用户切换”，需要修改“脱机文件”的相关设置。根据提示进入“脱机文件设置”界面，将“启用脱机文件”前的小勾去掉，“确定”后可进行“虚拟桌面”的下一步操作。

（4）在“选择登录和注销选项”下勾选“使用快速用户切换”一项，然后点击“应用选项”保存设置，之后退回到“挑选一项任务”的提示处，这时已经设置成功了。

（5）经过以上的步骤，“虚拟桌面”已经设置好了。在登录界面时，可以看到已挂起的用户名下面有一行统计数字，里面注明了在当前用户界面中处于运行状态下程序的个数。

（四）网络服务器设置

（1）选择“开始→设置→控制面板→网络连接→本地连接→属性”选项，安装“网络协议（TCP/IP）”，然后设置 IP



地址为 192.168.0.1，子网掩码为 255.255.255.0，设置首选DNS服务器为 192.168.0.1。

(2) 点击“高级”按钮，进入“高级 TCP / IP 设置”对话框，在“IP 地址”栏中点击“添加”按钮，依次加入WWW、FTP、MAIL 和 OICQ 主机的 IP 地址及其子网掩码。

WWW：192.168.0.11　255.255.255.0

FTP：192.168.0.12　255.255.255.0

MAIL：192.168.0.13　255.255.255.0

OICQ：192.168.0.14　255.255.255.0

(3) 点击“确定”，退出设置。在操作系统安装分区中的“\Windows\system 32\drivers\etc”文件夹下面用文本编辑器打开文件“hosts”，在“127.0.0.1 loacl host”下面依次加入以下内容：

192.168.0.11　www.zhhu.com

192.168.0.12　ftp.zhhu.com

192.168.0.13　mail.zhhu.com

192.168.0.14　oicq.zhhu.com

最后一行要回车，然后把该文件复制到局域网中其他节点主机的相应文件中。

(五) 客户端主机设置

相对于服务器的设置，客户端主机的设置就相对简单多了。下面就以一台计算机为例（假设其操作系统采用的是 Windows 9X），其设置步骤如下：

第一步，添加 TCP / IP 协议，在控制面板的“网络”中选中“TCP / IP”，选择其“属性”。

第二步，设置 IP 地址为：192.168.0.XXX，设置子网掩码为 255.255.255.0，点击确定后，重新启动计算机即可。

（六）用代理服务器软件实现体育场馆局域网共享上网

在体育场馆的网络应用中，有时为了节约资金，经常使用局域网上网方式把整个局域网连入互联网，这种连接方式除了要配备必有的网络设施外，还需要一套代理服务器（Proxy Server）软件，由它来“把守”出口，完成数据转换和中继的任务，让整个局域网里的每一台计算机共同使用互联网。

代理服务器软件大致可以分成两类：一类是叫做代理服务器软件，如 Superproxy、WinProxy 等；另一种叫网关服务器软件，如 SyGate、WinGate 等。网关服务器软件的功能比较强大，但安装和设置大多比较复杂；代理服务器软件也能实现类似的功能，且使用起来要简便得多。下面以 Superproxy 代理服务器软件的使用为例，说明如何在小型网络中通过代理服务器，达到共享互联网的目的。

1. Superproxy 3.6 代理服务器软件

代理服务器软件 SuperProxy 是一个功能强大、速度快、稳定性和安全性较高的产品（图 86），它运行在 Windows 95、Windows 98、Windows Me、Windows NT4.0、Windows 2000、Windows XP 等平台上，具有良好的兼容性，支持网络软件广泛使用的各类代理协议。例如，FTP、SMTP、DNS、POP3、SOCKS，HTTP 等，适合体育场馆组建小型网络共享上网的需要。



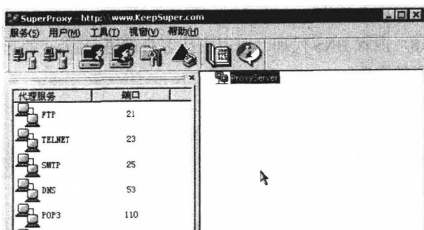


图86 Superproxy 3.6 代理服务器软件界面

Superproxy 功能强大，界面直观，几乎不用任何设置就可以正常工作。其主要功能和特点如下：

(1) 兼容性强，完全支持 Windows 95、Windows 98、Windows Me、Windows NT4.0、Windows 2000、Windows XP 等主流系统。

(2) 支持目前所有网络连接方式，可以共享 Modem、ISDN、ADSL、DDN、VDSL 和专线等访问互联网。

(3) 支持 HTTP、HTTPS、TELNET、RTSP、PNA、MMS、FTP、SOCKS、SMTP、POP3、DNS、NNTP 多种代理协议。

(4) 支持 IE、NetScape 等主流及非主流浏览器代理上网。

(5) 支持客户端使用 Outlook、Foxmail 等电子邮件客户端软件通过 SMTP 和 POP3 代理上网收发邮件，发送邮件安全快速。

(6) 支持 SOCKS 代理协议，支持 OICQ、ICQ、CuteFtp、FlashFXP、联众游戏通过 SOCKS 代理上网。

(7) 支持 FTP 代理协议，支持 CuteFtp、FlashFXP 等各种 FTP 客户端软件通过代理，高速上传及下载，比使用SOCKS

代理上网更具优势。

(8) 内置 DNS 代理，可以支持客户端进行 DNS 的远程域名解释的需要。

(9) 支持 NT 方式运行。

(10) 支持二级代理，方便多级代理间进行连接。

(11) 内置强大的拨号功能，支持自动拨号，实时检查连线状态，断线后重拨等多种功能。

(12) 支持网页文件缓存功能，支持网站过滤，支持访问记录和流量统计。

(13) 带有全面的账户策略管理功能，可以针对具体用户分配不同的访问优先级，不同的代理范围等，还具有定义账号功能，可以同时锁定 IP 地址或段地址，甚至禁止特定 IP 地址或地址段用户使用代理，支持 IP+MAC 地址混合绑定用户。

(14) 支持 MAC 地址锁定，防止冒充 IP 地址使用代理，让代理更安全。

(15) 支持 TCP / UDP 端口映射功能，可解决局域网和互联网间的互访，让不支持代理的网络软件正常运行。

2. Superproxy 3.6 软件安装

服务器硬件环境：只要能运行 Windows 95 以上系统的计算机，都可以使用 Superproxy，可以按照实际用户数量来配置代理服务器。

20 个用户以下硬件配置

- 操作系统：Windows 95、Windows 98、Windows Me、Windows NT4.0、Windows 2000、Windows XP 等；
- CPU：奔腾 133MHz 或 AMD K5 133MHz；
- 内存：64MB。



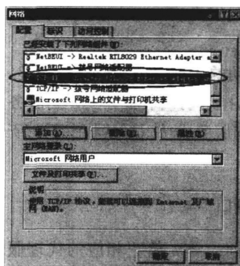
20个用户以上硬件配置

- 操作系统：Windows Nt4.0、Windows 2000、Windows XP等；
- CPU：酷睿6300 1.86GHz 或 AMD 4200 2.2GHz（或更高）；
- 内存：512MB。

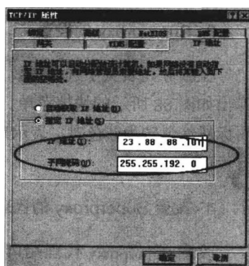
在进行代理服务器软件安装之前，需要安装好网络，配置好浏览器，确定与互联网连接正常，检查网卡及TCP / IP设置，确定已正确配置了TCP / IP协议。

检查方法：打开“我的计算机”→“控制面板”，双击“网络”，确认TCP / IP协议已绑定在网卡上。

选中“TCP / IP→…”后，按“属性”按钮（图87a），选中“指定IP地址”，输入IP地址为“23.88.88.101”，子网掩码为“255.255.192.0”（图87b）。可在实际使用中根据情况自行设定。



a



b

图87　网络属性对话框

运行 Supproxy 安装程序。双击 Setup.exe 程序，根据提示或要求一步一步操作即可安装完成。

SuperProxy 在安装完成后，会按默认设置工作，所以如果不是有特别的要求，一般可以直接使用，但有以下几点需要注意：

(1) 必须保证作为代理服务器的计算机已经连通互联网。

(2) 如果需要使用互联网的 DNS 服务器进行解释域名IP，在服务器不要设置 DNS 服务器。

(3) 在默认的情况下，FTP 代理端口是 21，Telnet 代理端口是 23，SMTP 代理端口是 25，DNS 代理端口是 53，POP3 代理端口是 110，NNTP 代理端口是 119，SOCKS 代理端口是 1080，HTTP 代理端口是 8080。权限管理方面，所有的用户在默认设置下，都可以允许使用代理服务，在需要限制用户使用代理时，首先应把“Everyone”用户禁止或删除，限制用户才会生效。

(4) 设置完成后，再启动代理服务。

3. Superproxy 的设置

在服务列表页中选中需要启动的代理服务，按鼠标右键，弹出如图 88 所示的快捷菜单，选择启动代理服务项，当服务图标从红色转为蓝色时，表示启动服务成功（默认状态下，所有代理已经启动）。

4. 改变 Superproxy 的代理端口

改变 Superproxy 代理端口之前，首先停止相应的代理服务，然后选中某代理服务图标，按下鼠标右键，在弹出菜单中选择改变代理端口项。



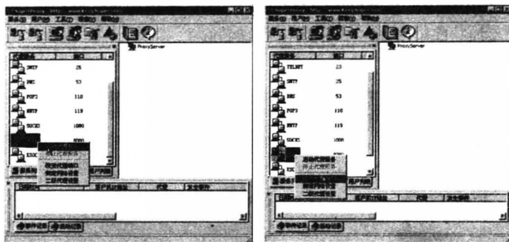


图88　Superproxy 快捷菜单

弹出对话框（图 89）后，输入正确的端口号，按下改变按钮，重新启动代理服务，即可生效。

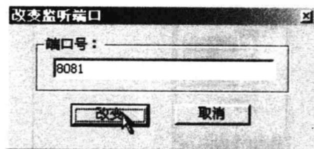
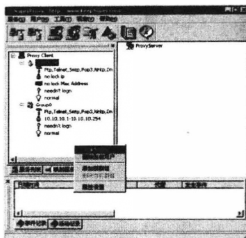


图89　改变监听窗口对话框

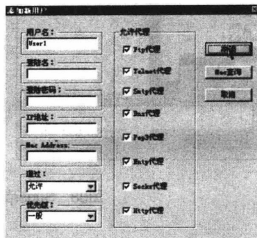
5. 增加、删除和设置用户（群组用户）权限

在界面上选择用户列表窗（图 90a），可以看到当前设置的用户列表，“EveryOne”为默认用户（指允许所有的用户使用代理服务），在空白处按鼠标右键，弹出快捷菜单，选择添

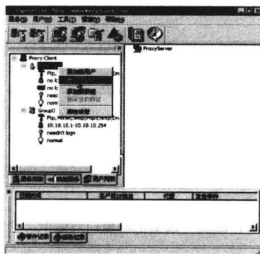
加新用户项。在弹出如图 90b 所示的对话框中，填好资料，按“添加”即可增加一个新的用户（图 90c）。



a



b



c

图90　增加、删除和设置用户（群组用户）权限操作

删除用户只要在用户列表窗中选中要删除的用户（图 90c），按鼠标右键，选中要删除的用户项即可。



修改用户属性时，在用户列表窗中选中要修改的用户，按鼠标右键，选中属性设置，即可对某用户的属性进行设置。

群组用户的增加、删除和设置的操作与单个用户一致，可以参考上述内容进行。

需要特别注意的是，所有设置是立即生效的，但若改变了系统用户定义（如添加了新的用户或用户组），一定将“Every-One”用户删除或禁用，否则用户设置在“EveryOne”属性的影响下，新设置的内容将不会发生作用。

思考题

1. 体育场馆中的计算机网络是如何分类的？
2. 场馆局域网是如何分类的？
3. 简述令牌环网的工作过程。
4. 比较不同网络操作系统的特点。
5. 比较 C/S 与 P2P 网络工作模式的优缺点。
6. 网线有几种？其主要品牌有哪些？主要在哪些场合应用？
7. 制作超五类双绞线网线需要哪些工具？
8. 练习制作 100Mbps 超五类网线、直通线和交叉线各一条。
9. 网卡是如何分类的？
10. IP 地址是如何定义的？域名是如何定义的？
11. 练习构建一个对等网络。
12. 交换机与集线器的区别主要是什么？
13. 设计一个小型网络，要求网络中的所有计算机通过代理服务器使用互联网。

第二篇　体育场馆自动化系统的管理

依托在建筑科学、智能楼宇、控制工程、人工环境等方面的技术优势，综合性体育场馆自动化信息管理系统工程，将现代计算机集中控制技术、宽带网络技术和数字人居环境技术引入体育场馆、体育主题社区和休闲娱乐设施，为体育场馆智能化、赛事竞技和全民休闲健身提供了一体化的解决方案。

体育场馆自动化系统是融合了体育建筑设备、设施管理与计算机技术的产物，属于建筑设备、设施管理领域和计算机技术领域的边缘学科，是体育建筑运行管理过程中必不可少的组成部分。通常所说的体育建筑泛指体育类的



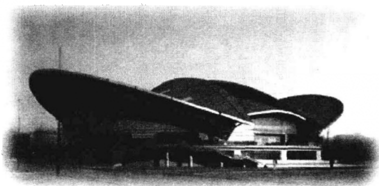
建筑，而体育类建筑最主要的代表是体育场馆。体育场馆自动化系统的管理主要是指体育场馆自动化设备与设施的管理，其内容涵盖整个体育场馆运行中涉及的设备、设施、通信、办公自动化等方面的内容。体育场馆自动化系统主要由体育场馆自动化管理系统、电信自动化系统、变配电监控系统、照明和音响控制系统、场馆门禁与售票系统、停车场管理系统、安保系统、公共信息管理系统、体育比赛管理系统和办公自动化系统等组成。体育场馆自动化系统的管理利用计算机网络实施集中管理、分散控制、智能决策，使体育建筑的各个相互独立的自控系统协调工作，从而提高体育建筑的管理水平，降低设备故障率，减少维护及营运成本。



第四章　体育场馆自动化管理系统

现代社会对信息的需求量越来越大，信息传递速度也越来越快，21世纪是信息化的世纪，目前推动世界经济发展的主要是信息技术、生物技术和新材料技术，而其中信息技术对人们的经济、政治和社会生活影响最大，信息业正逐步成为社会的主要支柱产业，人类社会的进步将依赖于信息技术的发展和应用。

近年来，电子技术（尤其是计算机技术）和网络通信技术的发展，使社会高度信息化，传统的体育场馆建筑和现代高科技相结合，采用计算机技术对体育场馆设备进行自动控制，对信息资源进行管理，从信息服务、综合自动化、信息化的角度，使体育场馆获得经济舒适、高效安全的环境。



体育场馆自动化具有完整地控制、管理、维护，便于进行环境控制、安全管理、监视报警，并有利于提高工作效率。它是办公设备自动化、智能化，通信系统高性能化，建筑柔性化，建筑管理服务自动化的完美结合。

体育场馆自动化管理系统主要由场馆自动化控制系统、通信自动化系统和比赛自动化系统三大系统组成，可实现体育场馆集成化、自动化、专家化和智能化的管理。在提供良好的比赛、训练环境的同时，能有效地节约能耗、提高设备运行效率、减少管理人员数量，特别是可对突发故障提供预防手段，进而满足体育场馆安全性、舒适性、经济性运行的要求。体育场馆自动化管理系统是管理与决策、控制和协调场馆各独立运行自控系统保持良好运行状态的主系统。



第一节　体育场馆自动化管理系统简介

体育场馆自动化管理系统将场馆内各种自控系统提供的信息进行分析、处理和判断，对各个自控子系统进行集散管理，使各子系统控制下的设备始终处于有条不紊、协同一致、高效、有序的状态下运行。它为体育场馆创造舒适安全的比赛和训练环境、降低能耗和运营成本提供保证。

一、为什么在体育场馆中需要完善的自动化管理系统

体育场馆自动化管理系统是一个由过程控制级和过程监控级组成的以通信网络为纽带的多级计算机系统，综合了计算机（Computer）、通信（Communication）、显示（CRT）和控制（Control）等技术，其基本思想是分散控制、集中操作、分级管理，具有配置灵活、组态方便的特点及显著的经济效益和工作效率。其特点如下：

（1）能提供中央整体监控，对机电设备故障能作出及时察觉和分析，减少因故障而引起的其他问题，同时节约时间和资金。

（2）配合自控系统的节能操作，减少不必要的能源浪费。

（3）提供防范性保养，对可能发生的设备问题事先作出维修。

(4) 提高对体育场馆的整体管理效率，节省人力资源。

(5) 通过集散式系统结构，控制整个体育场馆，不仅具有分散管理效果，还可以提高能源分配使用和故障维修能力，减少工作人员和机电设备维修费用。

二、体育场馆自动化管理系统的特点

体育场馆自动化管理系统是建立在网络环境下的一套集散型的综合管理系统。体育场馆自动化管理系统，不是把场馆中各个自控子系统简单地组合与叠加，而是使其构成相互关联的、彼此协调的统一整体，是在统一规划、设计地指导下，利用计算机和计算机网络技术将各个有关系的系统连接起来，建立在子系统基础上的集成操作平台。其主要特点如下：

(1) 分散控制，减少故障影响，从而提高可靠性。

(2) 集中管理，统一调度，提高体育场馆运行的经济性。

(3) 开放式系统设计，能与不同的系统软件兼容。

(4) 各个自控系统能完全独立运行，减少因网络故障造成场馆整体瘫痪的影响。

(5) 提供不同类型的控制器，配合各种机电设备使用。

(6) 完善的手动 / 自动开关控制，降低了因系统故障而引起的用户不便。

(7) 提供容错技术，减少出错机会且运行简便。

(8) 可连接高速网络或远程通信，扩大管理范围。



三、系统网络结构

计算机网络是体育场馆自动化管理系统的支柱，整个体育场馆自动化管理系统结构，实际上就是一个计算机的网络结构，各种设备、各个自控子系统都是这个网络上的节点，它们都具有自己特定的网络地址，都可以通过网络接收和发送数据。节点之间地位平等，既能资源共享，又不相互依赖，形成既有统一指挥，又使风险分散的体系结构。网络的架构伸缩性很强，可以满足场馆自动化管理系统扩充和升级的需要，十分灵活、方便。系统网络一般包含处理体育场馆管理与决策信息的信息网络和处理场馆现场实时测控信息的控制网络两部分。信息网络一般处于场馆网络结构上层，处理大量的、变化多样的信息，具有高速、综合的特征。控制网络主要位于场馆网络结构下层，处理实时的现场信息，具有协议简单、容错性强、安全可靠、成本低廉等特征。

系统网络结构示意图如图 91 所示：

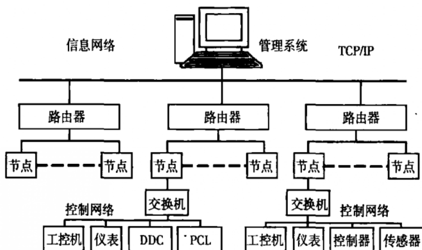


图91　体育场馆自动化管理系统网络结构

系统网络按照功能划分，由三个层次组成。上层网络包括中央图形及管理计算机，可进入以太网络进行大型数据管理。中层由路由器通过网络与独立模块式现场控制器进行沟通控制（现场控制器能独立通信及自行操作）。最底层的控制网络中，独立模块式控制器能提供局部区域网与独立式工业应用控制器的通信，达到分布式智能监控效果。各层网络之间使用网络连接设备，构成体育场馆内部自动化管理系统的网络结构。

在体育场馆的网络结构中，最底层的控制网络不同于一般的计算机网络，与通用计算机网络比较有如下特殊要求：

（一）高可靠性和安全性

在控制系统中，通信网络故障将导致整个系统比较严重的全局性故障，后果将难以估计，有时甚至危及生命安全，因此要求传递的信息绝对准确、可靠。为此采用冗余技术、后备措施和自诊断功能来提高可靠性。例如，采用双信道冗余、双通信控制器、控制站采用双 CPU 板、双 I/O 板和双路供电，双机热备份、故障自动切换等技术。

（二）良好的实时性

为满足过程控制中的实时性要求并对事故进行及时处理，要求数据通信网络必须具备良好的实时性。即在确定的时限内完成信息的传送。这个时限是根据被控过程的实时性要求确定的，而且无论在何种情况下都不得超过这个时限。因此要求在传输线路上，很好地解决信息在网络上的冲突、碰撞问题，以确保在任何通信负载下都能满足实时性的要求。



(三) 环境适应性强

由于要在工作现场进行控制，必须能适应工作现场的强电磁干扰等恶劣的环境。系统从功能上可以划分为信息网络子系统和控制网络子系统两部分。信息网络子系统方面实现数据、话音和图像的综合接入，另一方面为控制网络子系统提供信息传输通道，其传输方式灵活。控制网络子系统可部分或全部利用信息网络子系统实现各种控制信号的传输，完成体育场馆管理、控制等功能。

以太网接入通常采用二层以太网交换机，它工作在数据链路层，提供数据流量控制、传输差错处理、传输介质访问控制等功能，可以将多个局域网网段连接起来，形成更大的局域网。在由以太网交换机构成的网络中，任意两个节点都能通过以太网交换机建立一条专用通道，其间通信独占该通道，还可根据用户的要求将网络划分成若干较小的独立子网，隔离广播风暴，提高网络的效率和安全性。

四、系统的组成和工作原理

体育场馆自动化管理系统由各专业系统，如强电系统（照明、变配电）、弱电系统（电视、电话与音响）、水力系统（给排水、热力采暖）、空调制冷系统（冷冻水、新风、空调）、保安与环境控制系统（消防、监控、报警）等组成，可以对体育场馆内的所有设备进行集中管理和监控，帮助管理人员分析系统运行的信息，了解设备的工作状态，以便对各种参数及时调

整，保证全部设备都运行在最佳状态，使体育场馆既得到最佳的节能效果，又保证环境的舒适，如图 92 所示。

图92　体育场馆自动化管理系统组成



体育场馆自动化管理系统，由中央控制系统与分布在各现场的区域控制器组成集散式监控网络，网络控制器与区域控制之间由高速通信总线联接，既可通信又能数据共享。网络控制器可连接多台区域控制器，每台区域控制器又具备独立监控设备和修改设定参数的功能。当网络中某一控制器出现故障时，不会影响整个网络的正常运行。区域控制器种类很多，可根据需要灵活配置和组合。

系统传感器采集的模拟信号与数字信号（温度、湿度、压力、差压、状态、报警等），按照其分布区域或功能，自动编排成各种表格。在中央控制系统的显示屏上可随意显示，供操作员分析，进行在线修改设定参数或启停控制。若系统报警，则优先显示其信息并随机打印。对于某些重要部位的参数，可显示其趋势图，以供观察分析且可按需要选择其采样频率。

体育场馆自动化管理系统的控制系统是一个二级控制系统。网络控制器为一级，区域控制器为二级，每级控制器均有微处理器和存贮器，主程序放在一级，子程序放二级。二级控制器将采集的信息进行处理，对控制对象进行调节与控制，同时将信息送回网络控制器。较复杂的程序（时间自动开关、最佳节能等）存贮在一级控制器内，处理后送回二级控制器进行调节与控制。

体育场馆自动化管理系统通过规划管理任务，经信息网络、控制网络将命令传达给控制设备执行，控制设备的状态信息，也由相应网络的回送给场馆自动化管理系统。系统将管理任务与具体被控设备执行情况进行比对，并根据被控设备反馈的信息状态，随时调整被控设备的运行状态。从而在体育场馆自动化管理系统和被控设备（系统）之间，通过计算机网络形成了一个具有闭环控制特征的综合控制系统。

体育场馆自动化管理系统控制，由网络服务器、子网控制系统、各种可编程控制器、可编程调节器、直接数字控制器，以及各类传感器、执行机构组成，完成分散集中方式下的多种控制及管理功能。系统通过控制器，可以实现暖通空调系统、照明系统、扩声系统、给排水系统、供电系统、电视系统、停车场管理系统，到保安系统、比赛管理系统等各种控制和管理功能。它是随着计算机在环境控制中的应用而发展起来的一种智能化控制管理网络系统，可以最大程度地适应和保证体育场馆经济运行的需求。

第二节　体育场馆自动化管理系统类型

体育场馆自动化管理系统依据其功能和结构具有不同的类型，其集散控制管理形式目前正在向互联网型过渡。

一、标准型体育场馆自动化管理系统

基于 Windows 平台的标准型体育场馆自动化管理系统由全功能化的图形设备组成，它在 Windows 环境下操作，局域网可以是以太网或令牌环网，若有多个区域需要管理，可配置多个分布式工作站。

标准型体育场馆自动化管理系统可以在线快速投入工作，减少安装工时和节省系统启动费用。由于它具有极大的灵活性，因此它既满足用户当前的需要，又是未来功能增强和革新



的一个平台。

标准型体育场馆自动化管理系统的每个工作站，都是体育场馆自动化管理系统的一个子集。

标准型体育场馆自动化管理系统具有以下特征：

(1) 主控式结构，将系统放在一台计算机上作为主机，需要时，利用多终端方式进行管理。

(2) 支持各种工业控制计算机的连接，支持高速控制器总线，支持 MS-Windows。

(3) 有符合用户需要的各种数据传送方式，方便用户与控制总线、局域网或广域网联接。

(4) 具有开放的系统结构，支持开放式连接（Open link）、动态数据交换（DDE）和多种网络通信协议。

(5) 适应主流的网络工作环境，支持 Windows、TCP / IP。

(6) 适应和支持各种硬件与外围设备，支持第三方软件的应用。

(7) 具有历史数据备份，图形、报表显示功能，且便于安装、学习、使用和维护。

标准型体育场馆自动化管理系统在小型体育场馆中，如果管理对象（自控系统）较少，可由一套计算机系统独立完成。在中、大型体育场馆中，由于管理对象较多，需要有多个管理人员同时进行操作时，可以按照多用户方式，将多台微机作为主计算机系统的终端（图 93），交付管理人员一起使用。

标准型体育场馆自动化管理系统中，作为终端的计算机仅担负操作界面的功能，所有计算和具体数据处理，都由主计算机系统完成，因此，对主系统计算机的硬件配置要求比较高。同时，这种多用户方式主系统软件设计复杂，维护困难，特别是一旦主系统出现故障，整个系统将全部瘫痪。



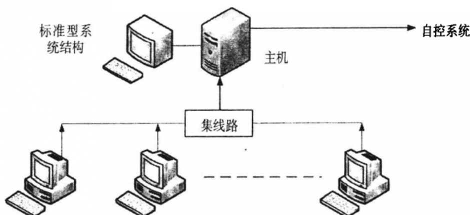


图93　标准型系统结构

二、局域网型体育场馆自动化管理系统

局域网型体育场馆自动化管理系统与其标准型不同，工作站与主系统之间通过局域网连接，工作站即受命于主系统，也可相对独立的管理规定区域的自控系统。局域网型改变了全部由主系统完成管理任务的形式，提高了场馆自动化管理系统的运行速度，降低了对主系统计算机的硬件要求。局域网型体育场馆自动化管理系统结构如图 94 所示。

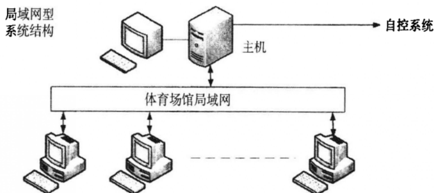


图94　局域网型系统结构



局域网型体育场馆自动化管理系统将控制管理任务通过网络分散到不同的工作站点完成，有利于减轻主机的工作负担，但依然未改变中央集权式的控制方式。

三、互联网型体育场馆自动化管理系统

互联网型体育场馆自动化管理系统中，没有明显的主系统（图 95），各个工作站既可独立的管理各自规定区域中的自控系统，也可相互之间利用服务器进行数据交换，共同担负对体育场馆的管理任务。在互联网型体育场馆管理自动化体系中，各个工作站使用统一的数据交换形式，任何一台工作站都可以对体育场馆的综合情况作出判断，场馆的管理高层可以利用互联网了解体育场馆在某一阶段的实际运行情况，便于作出相应决策。

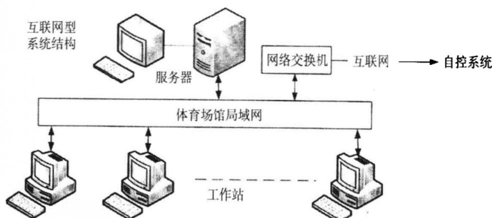


图95　互联网型系统结构

互联网型体育场馆自动化管理系统将各个管理控制任务分散到不同的工作站点完成，各个站点具有独立管理和控制相关

设备和系统的能力。在互联网型体育场馆自动化管理系统中，服务器主要提供公共管理与决策信息的存储和传送工作，各工作站点之间利用服务器进行信息的沟通和协调。

互联网型体育场馆自动化管理系统打破了传统意义上的集中管理形式，提升了可靠性，不会因某一台工作站的失效而影响体育场馆整体设备（系统）的管理和控制，但从其等价效果分析，依然属于集中管理、分散控制理论范畴。

第三节　体育场馆自动化管理系统的组成

体育场馆自动化管理系统负责完成体育场馆中的机电设备、变配电、照明、供热、照明、音响、门禁与票务、公共信息管理、停车场、安保、办公自动化、体育比赛等系统的计算机监控管理。其中，照明、音响、门禁与票务、公共信息管理、体育比赛管理等部分内容由本书专门章节介绍。

一、变配电监控系统

变配电是体育场馆电力系统组成的一个重要环节，是体育场馆与公共电力网线路的重要连接部分，其作用是变换电压、汇集和分配电能。变配电系统能否正常运行，关系到体育场馆整体的稳定和安全，因此对变电进行监控和保护具有十分重要的意义。

体育场馆的变配电系统通常由配电柜和变配电监控系统组



成，其中分配电能的箱体叫配电柜，用于对用电设备的控制、配电，以及担负对供电线路过载、短路、漏电的保护。配电柜设置在体育场馆专用配电室处，有高压与低压之分。高压配电柜用于将高压输电线引入用电单位，进行高压电能的分配。低压配电柜用于将低压电能分配给一般设备。由于在日常变配电管理中，主要操作对象是低压配电柜，所以本节以低压配电柜内容为主，如图 96 所示。

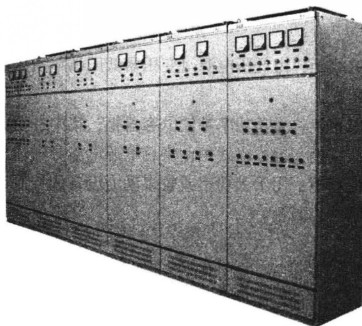


图96　配电柜

(一) 低压配电柜

低压配电柜包括低压进线柜、低压电容柜、低压馈线柜和低压控制柜，其内部结构如图 97 所示。

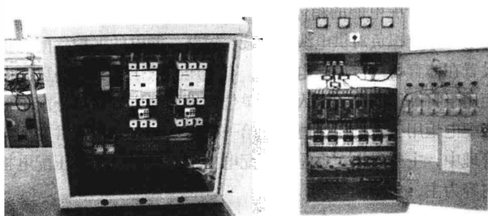


图97 低压配电柜内部

(1) 进线柜：由低压电源（变压器低压端）引入配电装置的总开关柜。

(2) 电容柜：无功功率补偿电容器柜，集中补偿方式。

(3) 馈线柜：也称出线柜，将总电源电能分配输出。

(4) 控制柜：用于大功率或较多动力设备的控制，少数小容量控制则称控制箱。

1. 继电器

继电器是一种在条件满足的情况下关闭或者开启的控制设备。其主要分为：

(1) 热继电器（图98）。通常使用的热继电器适用于交流50Hz、60Hz、额定电压至660V、额定电流至80A的电路中，供交流电动机的过载保护用。它具有差动机构和温度补偿环节，可与特定的交流接触器插接安装。

(2) 时间继电器（图99）。它的作用是延时，通常可在交流50Hz、60Hz、电压至380V、直流至220V的控制电路中担负延时作用，按预定的时间接通或分断电路。可广泛应用于电



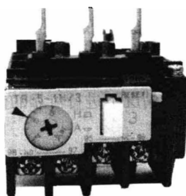


图98　热继电器

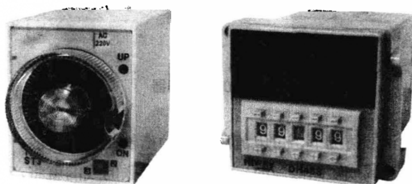


图99　时间继电器

力拖动系统、自动程序控制系统及在各种生产工艺过程的自动控制系统中起时间控制作用。

（3）其他类型的继电器。电流继电器用来限制电流、电压继电器用来控制电压，如静态电压继电器、相序电压继电器、相序电压差继电器，以及频率继电器、功率方向继电器、差动继电器、接地继电器、电动机保护继电器等。正是有了这些不同类型的继电器，才有可能对不同的物理量作出控制，构造一个完整的变配电控制系统。

2. 断路器

断路器（图 100）在电路中作接通、分断之用，并能在线路过载、短路、欠压的情况下进行可靠的保护。

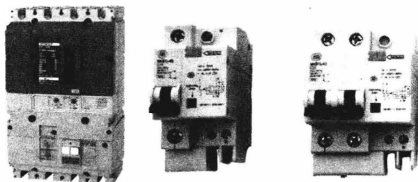


图100 断路器

在正常情况下，过电流脱扣器的衔铁是释放着的，一旦发生严重过载或短路故障时，与主电路串联的线圈就将产生较强的电磁吸力，把衔铁往下吸引而顶开锁钩，使主触点断开。欠压脱扣器的工作恰恰相反，在电压正常时，电磁吸力吸住衔铁，主触点才得以闭合。一旦电压严重下降或断电时，衔铁就被释放而使主触点断开。当电源电压恢复正常时，必须重新合闸后才能工作，实现了失压保护。

3. 补偿电容器

交流电在通过纯电阻的时候，电能做功并转成了热能，而在通过纯容性或者纯感性负载的时候，并不做功，也就是说没有消耗电能，这些不做功的能量称为无功功率。然而实际负载时，不可能为纯容性负载或者纯感性负载，一般都是混合性负



载，这样电流在通过它们的时候，就有部分电能不做功，即为无功功率。为了提高电能的利用率，减少无功电流在线路中的流动，需要进行无功补偿。

大家知道，交流电通过感性负载时，其相位向后偏移，而通过容性负载时，其相位向前偏移。所谓无功补偿，指针对感性负载，利用电容器能使交流电相位前移的特点，抵消感性负载造成的相位后移现象，使交流电相位保持不变，从而减少了无功电流在线路中的流动。

在体育场馆中的电力负荷如电动机、变压器等，大部分属于感性电抗，在运行过程中需要向这些设备提供相应的无功功率。通过安装电容器设备以后，可以供给感性电抗消耗的部分无功功率，减少无功功率在电网中的流动，降低输电线路因输送无功功率造成的电能损耗，改善电网的运行条件。

（二）变配电监控系统

变配电监控系统使用电子技术、计算机及网络技术与电力设备控制技术，将配电网在正常及事故情况下的监测、控制、计量和体育场馆的运行管理工作有机地融合在一起，利用计算机网络迅速而准确地获得变配电运行的实时信息，完整地掌握其实时运行状态，及时发现变配电系统运行的故障并作出相应的决策和处理，同时可以使值班管理人员根据变配电系统的运行情况进行负荷分析、合理调度、远控合分闸、躲峰填谷，把握安全控制、事故处理的主动性，减少和避免操作上的错误判断，缩短事故停电时间，实现对变配电系统的现代化运行管理。

采用变配电监控系统，对于变配电操作，可通过编制程序

预先设定，并以图形或表格的形式进行显示，操作直观、准确、有效。还可根据实际情况的采集系统变化趋势的信息，提前给出必要地提示或警告，便于系统安全可靠运行。变配电监控系统可对每个回路上的断路器状态、柜内及母线温度、操作机构的机械性能、绝缘水平等进行检测，并对发生故障的部分进行录波、故障记录，为系统运行的测量、保护、控制和故障分析提供可靠的数据。变配电监控系统采用计算机技术、数据处理技术、控制技术、传感技术、通信网络技术、电力电子技术等，取代传统的二次回路，具有接线简单、性能可靠、易于维护的优点。

1. 变配电监控系统功能

变配电监控系统由带有通信接口的采集控制模块、多功能电力综合仪表、开关量采集模块、电流量采集模块、模拟量采集模块、继电器控制输出模块、现场监控单元以及监控计算机等组成。变配电监控系统是变配电系统的管理中心，用于整个变配电系统的实时状态显示、参数统计、数据分析、历史记录、故障报警、控制、报表打印等。其典型的系统结构示意图如图 101 所示。

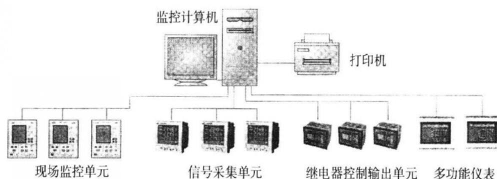


图101　变配电监控系统



变配电监控系统是掌握和控制变配电设备运行状况的主要途径，具有性能安全可靠、运行稳定、功能完善、人机界面友好、接口简单和运行维护方便等特点，主要监控功能如下：

(1) 配电系统监控。主要开关状态监视及实时监测配电柜的电压、电流、频率、有功功率等参数，可对输出电压、电流、频率、水温、启动电池电压、事故告警、事故紧急停止等实施监测。

(2) UPS 系统监控。对 UPS 的各种电压、电流、频率、功率及负载输出峰值指数等参数和 UPS 内部整流器、逆变器、电池、旁路、负载等各部件的运行状态进行实时监测。

(3) 用电设备监控。对各种用电设备（如空调内部的压缩机、风机、冷凝器、加湿器、去湿器、加热器等部件）用电情况实时进行监测。

(4) 消防系统监控。通过场馆消防控制器提供的信号，实时检测火警信号，当有火警发生，监视系统会在相应的区域显示报警信号，并采取控制措施，如关掉有关电源。

变配电监控系统具有显示变配电系统各开关的分、合状态，同时还有显示各配电回路的电流、电压、有功功率、无功功率以及功率因数等电量参数等功能。并可以根据需要，统计和打印所监控的所有电流值、电压值、功率值、频率值、功率因数值，以及这些参数在一定时间内的变化曲线。

2. 变配电监控系统的运行管理

在变配电监控系统运行过程中，根据变配电监控系统采集到的设备状态信息，对变电设备的状况进行评分，以作为判断设备健康状况的基础，并以此作为延长或者缩短检修周期的依据。对设备状态进行评分所依据的信息称为状态信息，主要包

括运行工况、预试数据、缺陷、检修、在线监测数据、家族缺陷等。

变配电监控系统运行管理的基本工作内容是，根据监控系统的监控状态、数据和基于对设备状态评估的结果，对变电设备作出及时的检修与维护，制定出经济、合理的维修和维护计划，保证设备在检修周期内稳定可靠运行。因此需要做到如下几点：

（1）结合安全性评价制定反季节性预防措施和反事故技术措施。

（2）如果配电房内温度长时间高于 40℃，会对低压柜寿命有影响，一些元器件性能会降低，如设计余量不足的话，还会过载跳闸。通常配电柜安装在通风条件较好的地方。

（3）形成状态检修原则和规定，产生基于设备状态检修理念的试验、大小修计划，对设备进行状态检修，做到有的放矢，减少检修工作的盲目性，减少检修时间，提高设备的可用率。

（4）完善状态检修制度。制度规定了状态检修的原则、参量，状态信息的选择和维修、试验策略等，对设备状态检修工作进行了全面地规范和指导。

（5）通过对变电设备在线监测数据、交接预试信息、运行信息的分析，科学地判断设备综合健康状况，对设备进行状态评估，并根据评估结果，确定维修计划，做到当修必修、需修才修，从而节约维修费用，减少停电时间。

（6）有效控制检修成本、合理延长设备使用寿命。

在对变电常规设备进行更换与维护操作时，应注意以下几个内容：

（1）刀开关。额定工作电压应大于实际工作电压，额定电



流应大于实际工作电流。刀开关触头开合灵活，接触严密，表面绝缘较好。遥测相间绝缘应达到 200mΩ 以上，对地100mΩ 以上。

(2) 空气开关。额定电压应大于实际工作电压，额定电流应大于实际工作电流。空气开关额定脱扣电流应大于尖峰电流。遥测相间绝缘应达到 200mΩ 以上，对地绝缘 100mΩ 以上。使用前，应事先通入三相 380V 电源实验 5 分钟，并带电分合 3 次以上。

(3) 接触器。额定电压应大于实际工作电压，额定电流应大于实际工作电流。遥测相间绝缘应达到 200mΩ 以上，对地 100mΩ 以上。接触器应具有通过尖峰电流时的热稳定性。使用前，应进行通入三相 380V 电源实验 5 分钟，并控制接触器分合 3 次以上。

(4) 继电器触点有无卡住、变位倾斜、烧伤、脱轴、脱焊等情况。

(5) 感应型继电器铝盘转动是否正常、带电器触点有无大的抖动及磨损、线圈及附加电阻有无过热现象。

(6) 压板和转换开关位置是否正确。

(7) 各种信号指示是否正常。

(8) 有无异常声响及发热冒烟以及烧焦等异常气味。

二、空调监控系统

一般来说，空调监控系统的内容包括温度、湿度、气流速度、空气洁净度的监控和调节等。空调监控系统可分为集中式空调系统的监控、半集中式空调系统和局部式空调系统

的监控等几种。在体育场馆中通常采用集中式空调系统，即中央空调系统，因此，场馆的空调监控系统主要为集中式空调监控系统。

集中式空调系统由一台或几台主机通过风管或冷热水管连接多个末端出风口，将冷暖气送到不同区域，以实现体育场馆空气调节的目的。中央空调有高效节能、运行宁静、灵活方便、四季运行、舒适感好、卫生要求好、占地面积小等特点。

空调监控系统由工控机、A / D 卡、I / O 卡、现场仪表和上位机监控软件组成，通过现场仪表将现场各种物理信号，如液位、温度、pH 值、浓度等转化成数字信号，主要对冷却塔及其进水时间、冷却水泵、冷水机及冷却进水阀、出水开关、冷冻水泵、冷却总供水、总回水温度、冷冻总供水和总回水温度及其之间的压差、冷冻总回水流量、旁通调节水阀等进行监控。空调监控系统界面如图 102 所示。

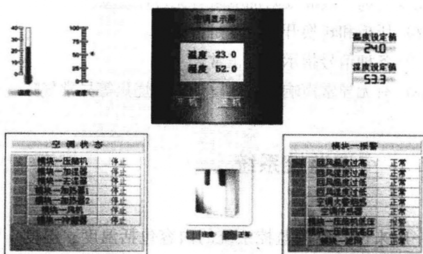


图102　空调监控系统界面



在界面中，单击鼠标左键点击主界面引导栏内的空调菜单，界面即切换到相应空调界面。图上可看到该空调各部件的运行状态和运行参数，如压缩机、滤网、风机、加热器、加湿器、去湿器、通风装置等部件运行或停止的状况，还可以查看空调实时运行参数。

当某空调的部件出现故障，系统报警指示灯会出现红、黄颜色交替闪烁，同时进行语音报警。如果设置了电话报警功能，还会拨打电话。当管理人员进行查看时，点击报警指示灯，会弹出报警记录对话框，点击对话框内的报警信息，系统运行界面自动切换到此空调的相应画面上，双击此信息表示确认。

空调界面上的开机、关机按钮可实现空调的远程开关机。点击显示界面上的开机或关机按钮，即可在远程或本地微机上把空调开启或停止。单击鼠标左键点击温度设定值的下拉菜单，可设定新的温度参数，单击鼠标左键点击湿度设定值的下拉菜单，可设新的湿度参数，同时，系统记录操作人员及操作事件。

例如，当某空调的部件出现故障，监控系统运行界面自动切换到此空调的状态与报警图上，系统发出报警，判断可能出现的问题，并将故障进行记录。若发生严重事件，系统还可通过电话方式告警或直接切断相关空调机组电源。

（一）空调监控系统工作原理

空调监控系统可以实现空调的远程开关机及湿度值，湿度值的设置并自动记录操作人员及操作事件。在空调运行中，可以实时地监控空调的运行状态。

如图 103 所示，空调监控系统在每次启动后，发送一个自检命令给网络中的每台集控器，集控器收到自检命令后，立刻返回它的地址。当最后一台集控器的信息返回后，系统便执行另一个循环程序并根据自检过程中集控器返回的地址，按从小到大的顺序，对网络中不同区域的集控器进行不间断的循环控制。与此同时，集控器在收到空调监控系统命令后，一方面返回自己控制区域的当前监测状态（如温度、湿度和出风量等），另一方面按照命令的内容，调节控制区域的状态。系统在收到集控器的返回信息后，接着向下一集控器发送类似的命令，并周而复始地工作下去。

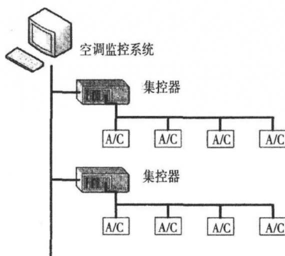


图103　空调监控系统工作原理

集控器相当于空调监控系统与控制区域之间的信息中转站，每台集控器都有属于自己的控制范围。当系统发送信息时，先将信息发送给集控器，再由集控器分发给它的下一级控制设备去执行。例如，当管理员需要查询某台集控器的当前状态时，可由系统发送一条查询信息到集控器，集控器将命令分



解到不同的执行机构，待各执行设备完成后，集控器汇集查询结果，上报空调监控系统。当管理员需要改变某一集控器控制的特定区域状态时，发送一个设置命令给相应的集控器，集控器收到由空调监控系统传来的设置命令后，立即调节执行机构改变其运行状态，并将实际控制效果的监测数据返回空调监控系统。空调监控系统在循环控制中，依据集控器提交的信息实施再一次控制。空调监控系统逻辑如图 104 所示。

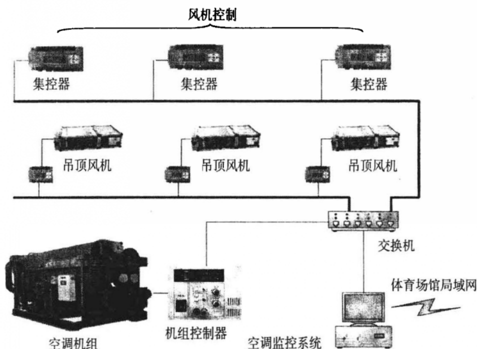


图104　空调监控系统逻辑

操作人员通过体育场馆自动化管理系统工作站控制各制冷单元，系统将命令需求的数据自动传给集控器，各制冷单元所对应的集控器按命令设定的需求执行，同时将对制冷单元的测试信息上传给体育场馆自动化管理系统控制模块，由计算机控制模块统计和修正各制冷单元的需求，并随时向各制冷单元的

集控器和相关设备发送运行指令和修正后的参数。

(二) 空调监控系统的功能

空调监控系统主要对空调运行过程进行监控，由实时监控、实时检测以及历史数据记录等部分组成。

1. 实时监控

空调监控系统的实时监控功能包括监测和设置两部分。其中监测是指可以在集控器控制窗口中查看每一台空调的当前状态。只要体育场馆中的空调一有变化，便立刻在监控系统屏幕上表现出来。例如，某一空调的当前运行状态是制热，用户将空调的运行状态设成制冷，此时，监控系统的集控器屏幕中该空调的状态，已由制热立刻变成了制冷状态。

在空调监控系统中，设置是指可以随时对监控系统中的任何一台空调或同时对多台空调进行温度、出风量的控制，提高操作空调设备的效率。

除此之外，空调监控系统的实时监控功能还能对空调故障进行实时检测，对故障的类型、故障等级进行分析。当故障发生时，系统会自动改变空调图标颜色来提示管理员，管理员便可及时组织维修人员进行维修，避免不必要的损失。

2. 历史记录

空调监控系统对每一台受控空调进行不间断的数据记录，因而这些历史记录，使得管理人员可以随时对空调过去一段时间内的状态进行查询。历史记录的内容为某一时刻各个空调的环境温度、设定温度、运行模式、风速、功率、开关状态、用



电量、记录时间。查询时，结果可用报表的形式通过打印机输出，以便保留。通过历史记录功能，方便了场馆工作人员对空调运行情况的了解。

三、冷却水监控系统

在中央空调水冷式机组中，为了使机组中的热水降温冷却，使用冷却塔（图105）对其进行降温是最常用的方法之一。

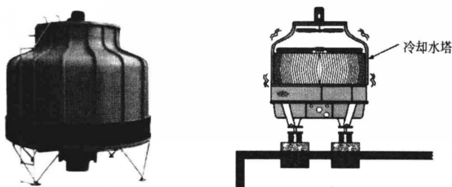


图105　冷却塔

冷却塔利用水和空气的接触，通过蒸发作用来散去制冷空调中产生的热量，其基本原理是空气经过风机的抽动后，进入冷却塔内，热水从塔的顶部以雾状喷散而下，冷却塔顶部的风机向上抽风，经过与空气充分的接触，将水中的热量传递给周围空气，从而将水温降下来。

在体育场馆中，一般冷却塔的容量是根据在夏天最大热负载的条件下选定的（即最恶劣条件下的降温效果），然而在实际运行中，由于季节、气候、工作负载等诸多因素的影响，使

冷却塔经常处在较低热负载的情况下运行，若不加控制，冷却塔的运行会造成不必要的浪费。

冷却水监控系统在工作时，根据环境因素和体育场馆运行系统的管理，自动控制冷却塔风机的转速以及风机开启的台数，组成以温度为控制对象的闭环控制。冷却塔风机的作用是将出水温度降到一定的值，其降温的效果可以通过控制器调整，被控量（出水温度）与设定值的差值经过检测器后经自控系统送出速度命令并控制冷却塔风机的转速。典型的冷却塔风机控制系统如图 106 所示。

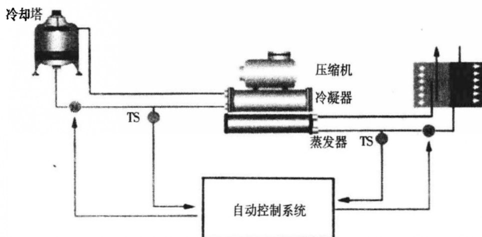


图106　冷却塔风机控制系统

使用冷却水监控系统对冷却塔风机调速控制，应注意以下几点：

(1) 由于冷却塔风机拖动部分的转动惯量一般都较大，所以给定加减速时间要长一些，如 30～50 秒。

(2) 在实际运转中经常出现由于外界风力作用下，冷却风机会自转，此时如果起动冷却塔风机，电动机会进入再生状



态，出现故障。在这种情况下，需要将启动方式设为转速跟踪再启动方式，使冷却塔风机在启动前，通过对电机的转速和方向的检测，实施对旋转中电机的平滑无冲击启动。

(3) 采用普通电机，应该设置最低运转频率以保持电机合适的温升，一般频率下限为20Hz。

(4) 为防止冷却风机在较宽的运转频率范围内（一般20～50Hz）出现特定转速下的机械共振现象，应该在运转中分析这种情况，并采取修改参数的方法改变系统的固有频率。

四、给排水监控系统

给排水监控系统是为体育场馆给排水系统集中管理和监控而设计的自控系统，主要包括生活与消防给排水监控系统和游泳池给排水监控系统。给排水监控系统主要具有如下功能：

第一，监控给排水系统中所有水泵的运行状态。

第二，对给排水系统的设备运行时间、状态、水量、压力值进行记录。

第三，当水泵出现故障时，系统会通过联锁控制备用泵自动投入运行。

第四，监控给排水设备，包括生活给水泵、消防给水泵、自动喷淋泵、稳压水泵、排污泵、屋顶水池、地下水池、污水池。

一般来说，给排水监控系统根据体育场馆用水量的变化，及时调整系统中水泵的运行台数以达到供水量与需水量之间的平衡，实现泵房的最佳运行和高效率、低能耗的最优化控制。

给排水监控系统控制水泵与水位状态联动，水泵只在需要时才投入运行，避免不必要的浪费，并且能在用电低峰时对水箱进行补水，还能够对系统中水泵的运行状态进行检测和启停控制，对水泵进行故障报警、过载报警，对水池、水箱和水位的高度进行显示和报警。

（一）生活与消防给排水监控系统

传统的给排水系统中，水箱液位控制使用浮球阀作为检测部件，运用浮球阀在水中上下浮动不同角度的变化，通过阀内联动杠杆，启动内置开关来操控水泵或阀门的工作。由于受工作环境的影响，浮球阀的电源电缆长期处于阴暗潮湿的地方，在日常清理维护过程中，很容易造成破损，特别是浮球阀长期浸在水中，一旦发生渗漏、破损，即使有少量进水也会造成开关失灵，有时甚至可能出现漏电，对安全和设备的可靠运行形成威胁，成为不稳定因素，目前已经逐步被感应式的电子控制系统所取代。

体育场馆给排水监控系统对水箱液位检测，一般使用的是多点感应部件，通过感应水位液面的高低，控制给排水系统中给水泵的运转，使整个系统工作不会受到任何环境的影响，时刻保障给排水系统畅通无阻。

图 107 是一个体育场馆中给排水控制系统的示意图。图中给水泵包括生活和消防用水，给排水监控系统监测水箱中水位高度，通过控制器控制给水泵的台数，对给排水进行合理调度，即无论场馆用水量怎样变化，水泵都能及时改变其运行方式并实现最佳运行。



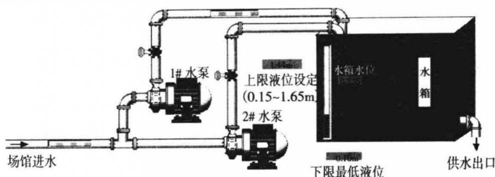


图107　给排水控制系统

给排水监控系统（图 108）随时监控体育场馆给排水系统，并自动储水及排水，当系统出现异常情况或需要维护时，及时发出信号通知管理人员处理。给排水系统监控主要包括水泵的自动启停控制、水泵的故障报警、水泵的运行状态监测、水箱水位监测等，根据水箱的高低水位信号来控制水泵的启 / 停，并且进行溢水和枯水预警，当水泵出现故障时，立即发出报警信号，同时备用泵自动投入运行。当发生火灾时，根据火灾信号立即启动消防泵进行自动灭火。

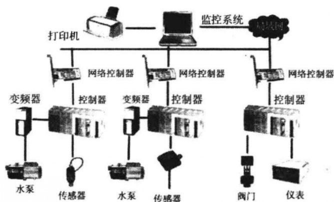


图108　给排水监控系统结构

监控内容包括：

(1) 生活水池、水箱高 / 低水位监测及报警。

(2) 集水井高水位的监测及报警。

(3) 生活水泵的运行状态、手/自动状态、故障报警及开关控制。

(4) 潜水泵的运行状态、手/自动状态、故障报警。

(5) 消火栓泵及喷淋泵的运行状态、手/自动状态及故障报警。

生活泵启/停由水箱和蓄水池水位自动控制。生活水箱设有4个水位，即溢流水位、最低报警水位、生活泵停泵水位和生活泵启泵水位。控制器根据水位开关送入信号来控制生活泵的启/停。当高位水箱液面低于启泵水位时，控制器送出信号自动启动生活泵投入运行；当高位水箱液面高于停泵水位或蓄水池液面达到停泵水位时，控制器送出信号自动停止生活泵；当工作泵发生故障时，备用泵自动投入运行，自动显示水泵启/停状态；当高位水箱（或蓄水池）液面高于溢流水位时，自动报警；当液面低于最低报警水位时，自动报警。但蓄水池的最低报警水位并不意味着蓄水池无水，为了保障消防用水，蓄水池必须留有一定的消防用水量，当发生火灾时，消火栓泵启动，如果蓄水池液面达到消火栓泵停泵水位，将发出报警。水泵发生故障时自动报警。

(二) 游泳池给排水监控系统

体育场馆的游泳池在运行中，需要使用循环水处理系统对池水净化及消毒处理，处理后的池水再送回游泳池，以保证游泳池水的清洁。

游泳池给排水监控系统由循环水系统、药物投放系统、污物过滤器、pH值传感器、氯传感器等设备组成。按照动态



平衡工作原理，在使用过程中，游泳池水经上溢流水道收集后，汇集到平衡水池，会同补充水一起进入循环水管线，在循环水泵驱动下流经毛发收集器并滤除毛发和较大尺寸的颗粒杂物后，进入絮凝剂自动添加系统。絮凝剂自动添加系统是游泳池给排水监控系统下的一个子系统，该系统控制计量泵精确地向循环水管道中添加絮凝剂，促使循环水中的胶质状态的微小物质凝结成颗粒较大的絮状物，再进入石英砂过滤器彻底滤除。游泳池给排水监控系统将 pH 值测量传感器的测量信号和设定值进行比较，控制计量泵向循环水中注入稀盐酸，将游泳池水的酸碱度控制在国家规定的范围内，最后消毒剂自动调整系统利用余氯传感器或氧化还原电位传感器测量泳池的消毒杀菌能力，控制器控制计量泵精确地投加次氯酸钠消毒药剂，使游泳池水中的余氯浓度保持在国家规定的范围之内，完成净化和消毒处理。游泳池给排水监控系统工作原理如图 109 所示。

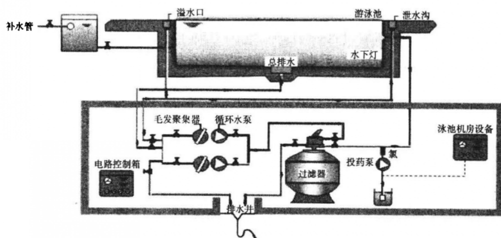


图109　游泳池给排水监控系统

五、采暖供热监控系统

集中采暖供热是体育场馆基础设施之一，具有节约能源、减少污染、有利管理的综合经济效益和环境效益。目前，采暖供热主要有蒸汽采暖和热水采暖两种形式。蒸汽采暖是以蒸汽作为热媒的供暖系统，优点是蒸汽温度高，室内温度提升较快，主要缺点是高温蒸汽直接采暖，安全性较低。热水采暖是以热水作为热媒的供暖系统，优点是室内采暖温度和湿度适中，人体感觉较为舒适，主要缺点是需要热力交换站和双回路热管道等配套设施。体育场馆一般采用热水采暖方式，通过连接城市采暖管网，进行集中供热和采暖。

采暖供热监控系统是体育场馆内部管理和控制供热采暖设备运行的一套自控系统，是体育场馆运行管理中的一个组成部分。采暖供热监控系统主要包括综合管理系统和调度监控系统，综合管理系统主要包括计算机管理系统和调度监控系统。主要任务是监视、控制、调度管理体育馆采暖的运行工况，使整个体育馆的供热采暖运行在安全、合理、经济的状态下。

如图 110 所示，采暖供热监控系统是一个集中管理、统一调度、分散控制的集散型分布式计算机网络监控系统。采暖供热监控系统由两级组成，上级为监控系统，下级为若干个区域控制模块、智能阀门和温控器等设备。如图 111 所示，智能阀门和温控器与散热器相连，控制模块与智能阀门和温控器相连，监控系统通过网络与各控制模块相连，在体育馆的供热监控系统与区域控制模块之间组成一个局域网络，共同完成系统的监测控制和调度管理任务。





图110　采暖供热监控系统

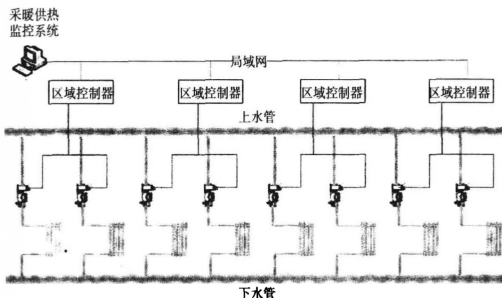


图111　采暖供热监控原理

采暖供热监控系统实时采集体育场馆所有换热控制器的全部技术数据，包括压力、温度、流量、热量、水电消耗及水泵状态等各种基础数据，通过场馆网络将各个子站的数据传输到采暖供热监控系统中，管理人员可以随时了解到各个换热控制区域的各项运行参数。换热区域控制器可以根据室外气温的变化，通过调节管网电动阀门的开度来及时控制管网的供回水温度，通过调度给定的控制曲线，各个换热控制器可以独立运

行，同时监控系统可以根据不同换热区域控制器提供的数据，随时干预换热区域控制器的运行。

体育场馆采暖系统常用的热源有管网和供暖锅炉等，但采暖系统形式基本相同，均由热源、循环泵、散热器和补水系统构成（图 112)。采暖供热监控系统监控热源输送的水流量、出回水温度、系统对能源的消耗量，通过水泵和电动调节阀，调节水流量、出回水温度、管网压力，调节热源对能源消耗量的补充等。

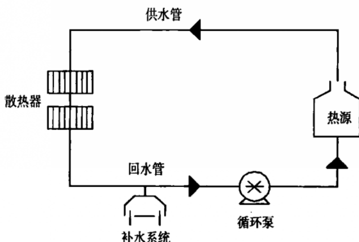


图112　采暖系统基本组成

在取暖期开始后，在采暖供热监控系统的集中监控下，可以快速跟踪体育馆室外温度的变化。当室外温度出现大的变化时，监控系统调节管网供回水温度，保证体育馆内温度始终比较均衡，避免了热网温度滞后现象，特别是在白天室外气温较高时，可减少供热量。采暖供热监控系统是提高供热服务质量，节约热量和电能，减少热网运行成本的有力保证。



六、防雷监控系统

雷电是一种常见的自然现象。每年从春季开始活动，夏季最为频繁剧烈，到秋季逐渐减少、削弱以至消失。近年来的实验研究认为，雷电的形成是由于多种原因并存，是在特定的场合和条件下，以某种原因为主导因素而形成的一种自然现象。雷电环境是由于天空中聚集有大量带电的雷云而造成的，所谓雷电现象，就是雷云与雷云之间、雷云与大地之间的一种放电现象。闪电就是放电时产生的强烈的光和热，雷声就是巨大的热量使空气在极短时间内急剧膨胀而产生的爆炸声响。

根据雷电现象形成和活动的形式和过程，一般可分为直击雷、感应雷两大类。直击雷是雷云对地面的直接放电，感应雷是雷云的二次作用，主要是静电感应效应和电磁效应。无论是直击雷或是感应雷，都有可能演变成雷电的高电位侵入，即诱发很高的电压（可达数十万伏）沿着体育场馆供电线路或金属管道，高速涌入体育场馆内部，从而引起故障。

一般体育场馆都有传统的避雷防雷设施保护其安全，但由于体育场馆内部包含有大量的电子设备与计算机系统，这些电子设备与计算机系统通常属于耐电压等级低、防干扰要求高的弱电设备，最怕受到雷击。当普通避雷装置将极强的雷电流通过引线入地时，将在附近产生强大的电磁场，会在相邻的导线（包括电源线和信号线）上感应出雷电高电压，因此一般的防雷系统不但不能保护这些电子设备与计算机系统，还有可能会造成更大范围的损坏，所以需要专门的防雷监控系统来保护体育场馆内部电子设施的安全。

体育场馆的防雷包括直击雷、侧击雷、感应雷防护三大部分，体育场馆自动化系统中，防雷监控系统对雷电高电压及电磁干扰的防护，是场馆线路、设备及人身安全的重要技术手段，是设备运行安全不可缺少的技术环节。

（一）防雷监控系统组成

随着信息网络技术的迅猛发展，大量微电子产品、自控系统、办公自动化系统等，普遍应用于体育场馆之中，随之而来的雷电灾害也越来越多。一般的防雷方法通常由接闪器、引下线、接地装置构成的防雷接地装置，把雷电流迅速导入大地，防止雷害。防雷接地需按具体情况，可采用单独的接地装置，也可与工作接地、保护接地装置相连，其冲击接地电阻不应大于 5～30Ω。

有些人错误地认为只要避雷针能起作用就万事大吉了，却不知当雷电发生时，建筑物的直击雷防护装置确实有效地抵御了雷击对建筑物结构的破坏，但在雷电流快速地由引下线导入大地时，强大的电流磁场在体育场馆的电子设备上就会产生较强的感应电压，从而造成电子设备的损坏。因此，必须对防雷接地系统进行实时监控，以保证在遭受雷击时及时关闭或切断电气设备，避免损失。

防雷监控系统主要由过压与过流保护等模块组成，防雷监控系统工作时，根据不同频率、功率、传输速率、阻抗、驻波、插损、带宽、电压、电流的变化，适时地作出判断，出现雷击时，自动关闭体育场馆内的电气设备，从而达到保护设备和人身安全的目的。目前，防范感应雷的电子产品称为 Surge Protection Device（简称 SPD），俗名避雷器、电涌保护器、雷



击过电压保护器。

电涌是指“常规”电压的增加，通常由剧烈变动或电力需求的增加而引起。打开大功率用电设备、抽风机、空调、水泵，都可以引发电涌和峰值电压。任何一种类型的干扰都能够损坏电子设备，超出实际维护范围。另外，恶劣天气（闪电）和电力公司的日常拉关闸及维修工作都会给电源系统带来破坏性的电涌。

电涌保护器（图 113）的工作原理是把窜入电力线、信号传输线的瞬时过电压限制在设备或系统所能承受的电压范围内，或将强大的雷电流泄流入地，使被保护的设备或系统免受冲击而损坏。



图113　电涌保护器

（二）防雷监控系统原理

体育场馆的防雷，除了利用雷电接闪器（避雷针、避雷带等）及其构成的系统防止直击雷的侵害外，还采用多层次的电磁屏蔽来降低或限制感应过电压的产生，并配合防雷监控系统抵御感应雷的侵害。

防雷监控系统（图 114）主要监控体育场馆主线路中是否具有过电流和过电压的情况，通过过流与过压保护电路和电位补偿线路控制整个场馆的电源线路开关和电子设备。当有雷电击中体育场馆时，防雷监控系统检测到雷电产生的强大电流和电压，瞬时关闭场馆的电源，并同时在电子设备的接地提供电位补偿电压，使电子设备和雷电产生的感应电压相同，由于不存在显著的电位差，从而避免了电子设备的损坏。在雷电消失后，防雷监控系统及时打开场馆电源，恢复电子设备的运行。

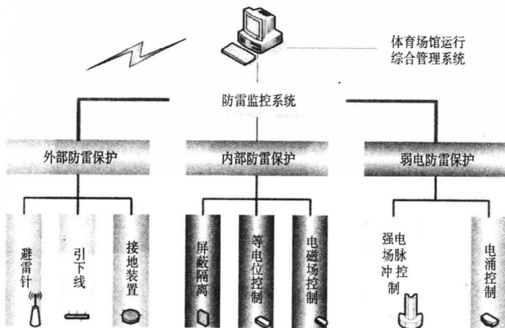


图114　防雷监控系统

(三) 防雷系统的维护

体育场馆的防雷系统维护主要做好以下几点工作：

(1) 每年雷雨季节前应对接地系统进行检查和维护。主要



检查连接处是否紧固、接触是否良好、接地引线有无锈蚀、接地体附近地面有无异常。必要时应挖开地面抽查地下隐蔽部分锈蚀情况，如果发现问题应及时处理。

(2) 接地网的接地电阻应每年进行一次测量。

(3) 定期对防雷监控系统中的各种监测仪表和保护设备进行检测，保证监控系统的正常运行。

(4) 在雷雨季节中要加强外观巡视，发现防雷保护设备出现问题应及时解决。

第四节　体育场馆运行综合管理系统

体育场馆自动化管理系统的核心是体育场馆运行综合管理系统，它担负着场馆日常运行中对各个自控系统进行监测、控制、记录的功能，是实现分散控制和集中管理的核心。

在体育场馆运行过程中，由于体育场馆日常各项事务的内在联系与错综复杂的外在表现交织在一起，管理人员如果不能对场馆各项工作有一个全面的了解和掌握，而是简单的作出决定，经常会发生“按下葫芦，浮起瓢”的现象。管理人员每天都需要面对大量的事务性工作，没有一个综合性的、实时性的计算机管理系统的辅助，很难及时准确地作出科学合理的判断，进而影响体育场馆的效能，增加场馆运行成本。因此，为了适应场馆运营的要求，需用使用计算机自动化系统对体育场馆中各种事务性工作进行综合性的管理，以降低运行成本，提高体育场馆的经济效益。

体育场馆运行综合管理系统是一个处理体育场馆日常工作

中各种业务，汇集场馆各监控系统数据，实现数据统一管理，降低管理人员劳动强度，提高管理效率的综合管理系统，其基本设计思路是控制分散、风险分散、操作管理集中。体育场馆运行综合管理系统采用分布式结构，能从根本上提高长期连续运行的能力和抗故障能力。

一、系统的主要功能

体育场馆运行综合管理系统主要由五个管理模块组成（图115），其主要功能如下：

⑴ 体育场馆事务管理，主要包括停车场管理、门禁与票务管理、局域网管理和办公自动化管理功能，提供对体育场馆日常办公、用户服务和网络维护的支持。

⑵ 场馆设备监控管理，主要提供从变配电到所有机电设备的管理功能。

⑶ 体育场馆安保管理，对于体育场馆的安全，主要从三个方面进行控制，包括场馆的防雷、场馆的保安和场馆局域网络的安全。

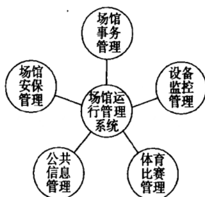


图115　体育场馆运行综合管理系统功能



(4) 公共信息管理，对进/出体育场馆信息提供管理以及多媒体服务。

(5) 体育比赛管理，主要针对在体育场馆中进行体育比赛时相关设备和系统的管理。

体育场馆运行综合管理系统使体育场馆的日常管理工作更加规范化，增加了场馆整体的可控性，提高了场馆运转的效率。体育场馆运行综合管理系统涉及日常行政管理、各种事项的审批、办公资源的管理、多人多部门的协同办公，以及各种信息的沟通与传递。概括地说，体育场馆运行综合管理系统跨越了具体的业务范畴，更集中关注于体育场馆日常运行的效率和可控性，是体育场馆提高整体运营能力不可缺少的管理工具。

体育场馆运行综合管理系统是一个由中央计算机站（可有多个工作站），及连接在同一个局域网络中的若干个分布在所属受控对象附近的控制器、传感器、执行器等现场设备所组成的集散型计算机过程控制系统与事务处理系统的集合。它主要是对体育场馆内空调及采暖供热系统、给排水系统、安保系统、音响系统、灯光系统等进行自动监控，以及对体育场馆运行中相关的收费、停车、公共信息和体育比赛进行管理。

二、系统的工作原理

体育场馆运行综合管理系统是以计算机控制技术为基础，将事务处理、决策分析、电气设备监控、消防监控及安防监控等自动化管理系统，通过互联网，集成一体，在场馆运行管理系统的统一管理下，根据实时数据情况，在管理人员的指挥

下，向场馆各个工作部门以及各种监控设备发出控制指令，控制其运作，系统结构如图116所示。

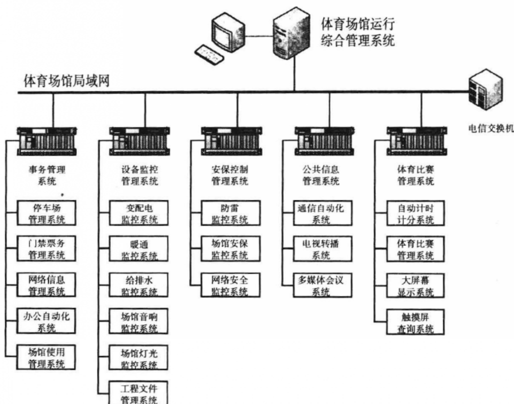


图116　体育场馆运行综合管理系统组成

体育场馆运行综合管理系统由三层结构组成，最高一层是系统主控中心，担负场馆的全面管理和控制任务；第二层是业务管理中心，分别负责各自管辖的自控系统；第三层是不同的自控系统，实施对场馆的具体控制和操作。三层结构之间通过局域网连接，形成完整的控制管理体系。在部分体育场馆中，为了增强网络通信的可靠性，将第三层中同属于一个管理环节的自控系统使用同一个局域网，分别由第二层各个业务管理中



心承担相应的网管工作，而系统主控中心担负对业务管理网络的网管工作，如图 117 所示。

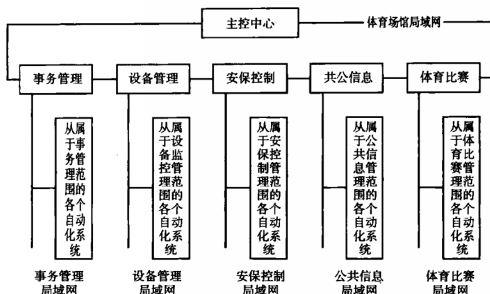


图117 体育场馆运行综合管理系统网络控制结构

体育场馆运行综合管理系统工作时，各个自控系统采集的数据与信息经二级局域网络通过业务管理层提交到体育场馆一级局域网络，最终传送到主控中心。主控中心下达的管理任务和操作命令经一级局域网，通过业务管理层进入二级局域网，转发到相应的自控系统。由于不同业务管理范围的系统之间使用各自独立的局域网络，提高了网络通信的可靠性和传输效率，降低了网络通信故障对体育场馆全局管理的影响。

体育场馆运行综合管理系统主要功能是为运行操作人员提供人机界面，使操作人员及时了解现场运行状态、各种运行参数的当前值、是否有异常情况发生等，并可通过输入设备（键盘或鼠标）对运行过程进行控制和调节。例如，需要对某设备

监控点进行在线调整，启动或终止某个设备时，可通过体育场馆运行综合管理系统主控台显示界面上的模拟图形及模拟调节按钮来实现。体育场馆运行综合管理系统另一功能是对操作过程和操作内容进行记录，并可以通过对历史数据的分析，完成诸如运行报表，历史趋势曲线等数据统计功能。体育场馆运行综合管理系统的主要输出内容如下：

(1) 设备运行过程的模拟流程图（标有关键数据、控制参数及设备当前实时状态）。

(2) 报警窗口（含有诸如数值越限、异常状态等）。

(3) 关键数据的常住显示（在固定位置上显示）。

(4) 实时趋势显示（如变化趋势曲线等）。

(5) 检测及控制仪表的模拟显示。

(6) 多窗口显示（在同一屏幕上显示多个相关过程，以便了解相互影响及变化情况）。

(7) 灵活的画面调用、切换、翻页及“热点”功能（即在画面上设有模拟按钮及特殊表示区域，当光标移至此区域并单击光标控制键时，可以弹出一个窗口或切换到另一画面）。

体育场馆内的电气设备由集中控制器控制，并具有各自独立处理本系统的信息和完成体育场馆运行综合管理系统所要求的控制功能。中央管理计算机负责整个系统的信息处理并协调控制。在体育场馆中，所有的控制器均无需人员值守，所控设备的信息均转换为电信号通过计算机网络传到管理计算机，并由中央管理机全面、实时和形象地显示其运行状态，包括设定值、运行状况及故障报警等。为便于运行管理，通常还要提供状态参数与过程参数的实时柱形图、变化曲线图及参数表等。如遇参数越限或故障报警等情况，故障点不仅能实时显示在系统显示的画面上，尚可发出声光报警，并能记录与打印输出故



障地点、时间、原因与处理经过等内容。

由于设备自动化系统与防火、保安等系统密切相关，故相互间存在一定的控制关系。如发生火灾事故时，不仅自动启动灭火系统，并同时切断不必要的电源，停止相关的空调与局部排风，将普通电梯直驶至一层，自动向所在地的消防局报警与自动疏散客人等。上述内容均属协调控制内容。

另外，场馆中的采暖、通风等机电设备和照明设备是主要耗能设备，需十分重视节能。降低非工作时间的环境控制指标，可大大减少能耗，通常由体育场馆运行综合管理系统按日程时刻表规定上班与下班时间，并确定其不同的设定值。此外，尚有大量的节能措施需由系统协调控制与管理来实现，如冷冻机的运行效率与其冷冻水出水温度有密切关系，水温越低，制冷效率越高，合理提高冷冻水出水温度控制目标值，令制冷机实现协调控制可明显减少运行费用。类似的节能技术很多，均需由整个系统的协调控制与管理来实现。

三、体育场馆运行综合管理系统的特点

体育场馆运行综合管理系统的特点如下：

(1) 通过计算机网络汇集场馆中各个自控系统的数据，利用体育场馆运行综合管理系统对场馆各个设备自控系统实施统一的、协调的控制，能够使机电设备运行在更合理的状况下，更有效地发挥机电设备的作用，并保障机电设备稳定运行。

(2) 体育场馆中各种设备种类繁多，从地下的水泵到场馆楼顶的冷却塔，遍布在场馆的不同地点，实现有效的自动化管理，能够提高设备的管理水平和受控操作能力。

(3) 采用体育场馆运行综合管理系统后，可以通过操作计算机完成对设备的调节控制工作，也可由软件按设定程序，自动控制调节各设备的参数及开关状态，从而减轻管理人员的劳动强度，进而可以做到减少管理人员的数量。

(4) 在体育场馆运行综合管理系统中，将管理与决策以及办公自动化与集散控制系统相结合，增加了整个系统的智能性、协调性和可操控性，为体育场馆降低运行成本，提高服务质量创造了条件。

体育场馆运行综合管理系统实现了从管理决策到现场设备控制的统一形式，是对楼宇自动化的扩充和改进。作为体育场馆管理自动化的核心，体育场馆运行综合管理系统将多个复杂系统以及多种控制协议联系在一起，从整体上管理，在实施上分散，它是体育场馆经济运行的有效手段和发展方向。

四、体育场馆运行综合管理

体育场馆在运行中，充分发挥自身的特点，最大限度地满足社会日益增长的体育需求是最高经营目标。但由于体育场馆面积大、设备多，所以降低经营性投入、最大程度地降低能耗是体育场馆日常运行中必须考虑的问题。

(一) 场馆设备的运行管理

体育场馆建成之后，如何在漫长的使用过程中实现运行节能是一项艰巨的任务。能源支出一般达到总设备管理支出的50%左右，其中电费支出又占能源总支出的70%。实际运行



中，电力负荷、空调负荷等都是变化的，如何根据负荷变化情况进行调整，提高设备运行效率以实现运行节能，是运行管理中至关重要的课题。例如，变配电系统中，无功负荷的补偿，通过电容器组的投切，应将功率因数控制在0.9以上；变压器投入并联运行的台数，应根据实际负荷大小进行调整，并使运行中的变压器的负载系数保持在0.5～0.7之间，以提高变压器的运行效率。再如空调、制冷系统中，应根据实际冷负荷的变化，确定冷水机组及相应循环水泵、冷却塔风机的投入台数，提高制冷系统运行效率，并且针对不同的季节，修改温、湿度设定值，以减少能量消耗；合理调整新风比例，以充分利用新风冷量或减少新风处理能耗。对于变配电控制和空调控制，不仅需要相应自动化系统本身作出反应，而且需要体育场馆运行综合管理系统的统一管理，从整体角度，协调各自动化系统的相互制约关系。

在体育场馆中，由于体育场馆运行综合管理系统能够协调控制包括暖通空调、供配电、给排水、照明、音响等在内的各种设备的运行状态，自动监视、检测并记录、显示实时运行数据，并通过与办公自动化系统的衔接，对各种运行数据的变化趋势进行分析，及时了解场馆设备是否处于正常运行状态。与单一的、各自为战的自动化系统方案相比较，场馆设备之间的协作控制水平和智能化管理效率得到了极大的提高，不仅节约了人力，降低了运行成本，而且由于科学、合理的设备调度与使用，相对延长了设备的使用寿命。

（二）加强体育场馆运行综合管理系统的检测

体育场馆运行综合管理系统是体育场馆的日常运行管理的

核心系统，长时间的工作中，需要定时、定期检测执行机构，如传感器、继电器、电源等设备的完好情况，以保证系统的正常运行。

1. 中央监控的检测

中央监控是对体育场馆运行综合管理系统内各子系统的数据进行采集、显示、刷新、控制和报警的中央处理。检测的项目如下：

(1) 在中央监控上观察现场状态的变化，包括中央监控屏幕上的状态数据是否不断被刷新及其响应时间，通过中央监控控制下属系统模拟输出量或数字输出量，观察现场执行机构或对象是否动作正确、有效及动作响应和返回中央监控的延迟时间。

(2) 人为在各个自控系统的输入端制造故障，观察在中央监控屏幕上是否有报警故障数据登录，是否发出声响提示及响应时间为多少。人为制造中央监控失电，重新恢复送电后，中央监控是否丢失数据、能否自动恢复全部监控管理功能。

(3) 检测中央监控是否对进行操作的人员赋予操作权限，以确保体育场馆运行综合管理系统的安全。应从非法操作、越权操作的拒绝，给以证实。

(4) 中央监控屏幕以画面查询、控制设备状态、观察设备运行过程是否直观和操作方便，以证实界面的友好性。

(5) 检测中央监控是否具有设备组的状态自诊断功能。检测中央监控显示器和打印机是否能以报表图形及趋势图方式，提供所有或重要设备运行的时间、区域、编号和状态的信息，检测系统是否提供可进行系统设计、应用、建立图形的软件工具，检测中央监控所设定的控制参数与现场所测得的对象参数



是否一致、是否与设计精度相符，检测中央监控站显示各设备运行状态数据是否完整、准确。

2. 子系统的检测

子系统在体育场馆运行综合管理系统中，是一个可以独立运行的自动控制系统，其对现场各种传感器、变送器、执行器的过程信号，不断进行采集、计算、控制、报警等，并通过场馆计算机网络传送到中央监控的数据库，供中央监控进行实时显示、控制、报警、打印等。检测子系统的项目如下：

(1) 启停场馆设备，观察各相关设备与执行机构动作的顺序是否符合工艺要求，改变体育场馆各个设备工况的设定值，观察各相关执行机构动作的顺序/趋势是否符合工艺要求。

(2) 人为制造体育场馆运行综合管理系统停机，观察各子系统能否正常工作。

(3) 人为制造子系统失电，重新恢复送电后，子系统能否自动恢复失电前设置的运行状态。

(4) 人为制造子系统与体育场馆运行综合管理系统通信网络中断，现场设备是否保持正常的自动运行状态，且体育场馆运行综合管理系统的中央监控是否有子系统离线故障报警信号登录。

(5) 检测子系统时钟是否与体育场馆运行综合管理系统时钟保持一致，以实现中央监控对各类子系统进行监控的同步。

3. 现场设备的检测

根据系统设计监控要求，电信号分为模拟量和开关量。传感器、变送器是将各种物理量（温度、湿度、压差、流量、电动阀开度、液位、电压、电流、功率、功率因数、运行状

态等）转换成相应的电信号的装置。执行机构是根据数值直接控制器输出的控制信号进行工作的装置。现场设备的检测项目如下：

（1）检查现场的传感器、变送器、执行机构、直接数字控制器安装是否规范和合理，便于维护。

（2）检测中央监控所显示的数据、状态是否与现场的读数和状态一致。

（3）检测执行机构的动作范围、动作顺序是否与设计的工艺相符，当参数超过允许范围时，是否产生报警信号，在体育场馆运行综合管理系统控制下的执行机构动作是否正常。

4. 功能的检测

体育场馆运行综合管理系统对体育场馆设备的监控通常是按功能与区域实现的。因此，检测功能也是按区域进行的。以空调区域为例，空调区域是比赛、观看、训练、休息的场所，在体育场馆运行综合管理系统和空调自动控制系统的共同控制下，空调系统应保证为控制区域提供舒适的温度和良好的空气品质。检测空调区域的项目如下：

（1）联调体育场馆运行综合管理系统和空调自动控制系统的各项参数，检查相关数据传递效果。

（2）检测空调自动控制系统对空调系统的控制是否能按时间表进行。

（3）检测空调区域温度、湿度是否与监控显示数据相符。

（4）检测室内二氧化碳含量是否符合卫生标准。

（5）检测能否根据实际控制参数，控制空调区域的动作，以达到节能的目的。

通过对以上功能的检测，可以对体育场馆运行综合管理系



统和空调自动控制系统的相关性、实时性、可靠性、安全性、易操作性、易维护性、设备的安装质量、控制精度等作出综合评价，对存在的问题提出整改意见，进而使空调自动控制系统达到正常运行的功效。

（三）场馆设备的维修管理

设备维修、保养是设备正常运行的保证，它不仅要使设备随时处于良好的工作状态，而且要保证各项运行参数合格，以便确保设备能达到原有的设计性能及服务年限。设备维修工作可分为定期维修和紧急维修两类，定期维修、保养搞得越好，紧急维修就会相应地减少。

1. 定期维修、保养管理

定期维修保养工作对于保持设备良好的运转状态、延长设备寿命极为重要，但必须制定一套定期维修保养计划并且严格遵照执行。在体育场馆中，可以借助办公自动化系统编制一套预防性维修管理程序来执行。根据上次检修时间可以自动安排出各类设备的定期检修时间表，打印出具体检修项目及要求。检修完毕后再将检修情况及结果存档，建立设备维修档案备查。

由于体育场馆运行综合管理系统比较复杂，各个自动化控制子系统设计及零部件皆为公司专利，系统发生故障必须由供货商维修，因而在选型时要考虑供货商在本地区的维修能力，例如在本地区是否设有维修点，维修点是否有足够的零件与配件，系统的设计是否能支持在故障时，把整个故障部件或子系统换掉以维持正常运行等。因此，在制定维修保养时必须注意

下述问题：

（1）应明确规定甲、乙双方彼此的责任范围。

（2）应明确保养承包单位零件价目表，可将此价目表作为合同附件之一。

（3）应包括制约保养承包单位的条款，例如，逾期不作定期保养需罚款多少、重大故障或隐患若干时间内不能排除罚款多少、甚至解除合同等。签订维修保养合同之后，还须对保养承包单位的工作进行监察，例如，每次到场保养时间、每次故障报修的日期 / 时间、故障排除的日期 / 时间等，以便据此对表现不好的承包单位进行必要的追究。

2. 紧急维修管理

为确保紧急维修工作能够按期顺利完成，应通过对紧急维修的管理达到下述要求：

（1）对简单的急修工作应能于最短时间内完成。

（2）对较大的急修工作应能有效地跟进，直到完成为止。

（3）对紧急维修的部位及项目进行分类、统计、分析，以便掌握设备存在的隐患。

（4）对紧急维修消耗的材料进行有效地监控。

为达到上述目标，体育场馆运行管理中应采用“维修工作单”（工程联系单）的方式。维修工作单的内容包括：发单人填写部分，即发单人姓名、发单日期 / 时间及问题简述；收单人填写部分，即收单人姓名、收单日期、时间、问题分类、问题处理办法及结果、材料消耗、完工时间、维修人签名、验收人签名等。

维修工作单的格式务求简洁、易懂，注重可操作性。在体育场馆中，维修工作单的传递可借助通信系统里的电子邮件来



进行，十分快捷；还可通过办公自动化系统监察工作单的执行情况。如果工作单发出后，时间太久仍未完成会报警，提示管理人员检查相关维修情况。工作单的分类、统计、分析、归档储存通常由办公自动化系统来完成，与人工操作相比，大大提高了效率。

3. 体育场馆一般设备维护的原则

体育场馆中各种设备较多，当设备出现问题时，可按照下述原则进行：

(1) 先动口，再动手。对于有故障的设备，不应急于动手，应先询问产生故障的前后经过及故障现象，特别对于生疏的设备，还应先熟悉设备原理和结构特点，遵守相应规则。设备拆卸前，要充分熟悉每个部件的功能、位置、连接方式，以及与四周其他器件的关系。在没有组装图的情况下，应一边拆卸，一边画草图，并记上标记。

(2) 先外部，后内部。应先检查设备有无明显裂痕、缺损，了解其维修史、使用年限等，然后再对设备内部进行检查。拆卸前应排除周边的故障因素，确定为设备内部故障后才能拆卸，否则盲目拆卸，可能将设备越修越坏。

(3) 先机械，后电气。只有在确定机械零件无故障后，再进行电气方面的检查。检查电路故障时，应利用检测仪器寻找故障部位，确认无接触不良故障后，再有针对性地查看线路与机械的运作关系，以免误判。

(4) 先静态，后动态。在设备未通电时，判定电气设备按钮、接触器、热继电器以及保险丝的好坏，从而判定故障的所在。通电试验时，应先听声音、检测相关参数，判定故障后，再进行维修。如在电动机缺相时，若无法判别三相电

压值，就应该听其声音，或单独测每相对地电压，即可判定哪一相缺损。

(5) 先清洁，后维修。对污染较重的设备，特别是电气设备，先对其按钮、接线点、接触点进行清洁，检查外部控制键是否失灵。许多故障都是由脏污及尘土引起的，一经清洁故障往往就会排除。

(6) 先电源，后设备。电源部分的故障率在整个故障设备中占有很高的比例，所以先检修电源往往可以事半功倍。

(7) 先普遍，后特殊。因装配器件质量或其他设备故障而引起的故障，一般占常见故障的50%左右，电气设备的特殊故障多为软故障，要靠经验和仪表来测量和维修。

(8) 先外围，后内部。电气设备出现故障时，先不要急于更换损坏的电气部件，在确认外围设备电路正常时，再考虑更换损坏的电气部件。

(9) 先直流，后交流。电气设备检修时，必须先检查直流回路中的静态工作点，再检测交流回路中的动态工作点。

(10) 先故障，后调试。对于调试和故障并存的设备，应先排除故障，再进行调试。

思考题

1. 体育场馆自动化管理系统具有哪些优点？
2. 体育场馆自动化管理系统主要有哪些功能？
3. 体育场馆自动化管理系统通过什么方法与子系统联系？
4. 简述体育场馆运行管理子系统的基本功能。
5. 简述空调自控系统的基本工作原理。



6. 变配电控制系统具有哪些功能？如何管理场馆的变配电系统？

7. 采暖供热监控系统由哪两个基本系统组成？分别具有什么功能？

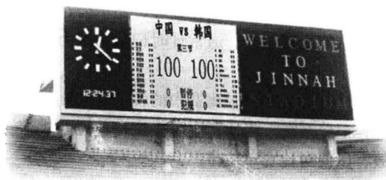
8. 防雷监控系统是如何防止雷电伤害的？如何维护防雷设施？

9. 体育场馆运行综合管理系统具有哪些功能？



第五章　体育比赛管理系统

体育比赛管理系统是体育场馆在体育比赛中运作的所有相关要素形成的一个协调系统，是体育场馆承接各种体育赛事不可或缺的一个组成部分。它主要由自动计时记分子系统、体育比赛管理子系统、大屏幕显示子系统和场馆信息触摸屏查询子系统组成。



第一节　计时记分控制系统

计时记分工作是体育比赛过程中不可或缺的工作，计时记分控制系统是在体育场馆举办赛事时启用的基本技术设施。根据场馆举办不同的赛事项目，其所使用的计时记分设备也不尽相同，具体方案应该是按各项目比赛规则和赛场操作要求进行的。计时记分系统需要可靠而准确地获取运动员的比赛成绩，送交比赛数据处理中心进行处理，同时把相关信息由大屏幕设备显示出来，让在场的观众及时了解到最新的赛场信息。

计时记分控制系统是成绩处理系统的前端采集设备，除自身形成完整的数据评判体系外，还可将其采集的数据通过网络接口传送给现场大屏幕显示系统、广播电视系统和成绩处理系统。系统可以根据比赛规则，对比赛全过程产生的成绩及各种环境因素进行监视、测量、量化处理、显示公布，同时向相关部门提供所需的比赛信息。通常计时记分系统由以下子系统组合而成：

第一，计时系统。记录比赛中的各种时间测量数据。

第二，记分系统。将比赛中各个比赛单位的成绩转化成为比赛分数，以便对比赛单位排出名次。

第三，测量系统。对比赛高度、距离、风速和风向等进行精确的测量，以便提供各种数据，例如，投掷和跳跃项目的距离测量、风速测量和显示、成绩输入显示牌显示、田赛项目的延误计时等。



第四，成绩处理系统。由各单项的现场成绩处理系统和综合成绩处理系统组成，一般需要在局域网和广域网环境下与其他子系统进行数据交换，完成成绩的加工处理。

一、计时记分控制系统使用环境

体育比赛时，应有固定大型电子计时记分牌，其屏幕显示比赛成绩和比赛信息，重大比赛时还宜增设一块视频显示屏，能显示活动图象。对计时记分牌通常具有如下要求：

（1）一般体育场的计时记分牌应设置在体育场的南端看台上，因南端比较背光，显示效果较好。在国外也有在南、北两端同时都设置计时记分设备的实例。

（2）计时记分牌的大小尺寸，要视体育场馆的规模而定。一般计时记分牌的比例为 3:1 左右，即长比宽大三倍。

（3）计时记分牌的功能显示包括球类比赛队名及成绩，田径比赛公布前八名成绩，还有标语、图案、讲话字幕等。

（4）计时记分牌的机房可设在显示牌的背后或底层，机房要设有观察窗，以观察全场活动。机房内要求有通气除尘装置，有的要求有空调装置。另外，应注意在机房内设置卫生间供值机人员使用。

（5）为在田赛项目场地上临时设置小型记分牌，应在附近设置电源插孔（电源井），以供使用。所有计时记分子系统应通过计算机网络连至主控机房。对于暂时不安装设备的体育场馆，可预埋穿线管，以免今后安装设备导线时破坏场地。

（6）大型田径比赛时，应该采用自动计时记分系统。该系统在起跑处设电子发令装置，在终点处设置终点摄像装置

(图 118)。终点摄像的要求为：在跑道终点内侧设置 1 台摄影机的露天机台，外侧设置 2 台摄影机的室内机房，摄影机均必须位于终点线的延长线上，摄影角度为 20° ~ 30°水平角。终点处地面至 1.5 米高度范围内的照度不低于 1500LUX。

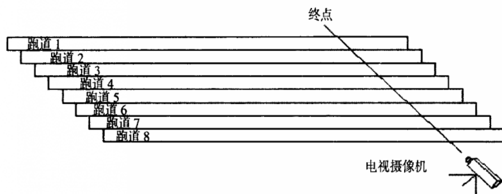


图118　终点摄像装置位置示意

二、计时记分显示屏的种类

一般计时记分显示屏的种类较多，主要有：

(1) 场效应发光计时记分显示屏。

(2) 白炽灯电子计时记分显示屏。

(3) 发光二极管电子计时记分显示屏。

(4) 超高亮度的发光二极管计时记分显示屏。

不同类型的显示屏，按照功能和特点，使用在不同的比赛中和体育场馆不同的场地区域中。通常在体育馆内使用普通发光二极管电子计时记分显示屏，在体育场里使用超高亮度发光二极管电子计时记分显示屏。而对于主要用于球类比



赛的体育场馆来说，相对要求较低，普通显示屏均可满足功能要求。

三、径赛自动计时记分系统原理

现代田径运动会体育比赛自动计时记分系统按照对运动对象位置的测量分类，大体上可以分成主动式自动计时记分系统和被动式自动计时记分系统两种类型。主动式自动计时记分系统一般是将可以用于指示位置的设备放在运动对象上面，当运动对象移动时，通过接收装置，达到测量运动物体位置移动的目的，从而间接计算出运动员的运动时间。而被动式自动计时记分系统通常是指在不影响运动对象的情况下，利用遥测技术达到测量运动物体位置移动的方法。

（一）被动式自动计时记分系统原理

通过电子摄像机测量运动对象的位置，从而判断运动员成绩的系统是一种被动式的自动计时记分系统。解决电子摄像对运动对象位置移动测量的关键技术是通过对摄像机图像的判别，求出不同跟踪目标的运动轨迹。

如图 119 所示，以前的电子摄像计时方案中主要通过对端点跑道的位置识别，利用狭缝扫描技术检查每个识别位置的状态，最终得到每个跑道上运动员的比赛成绩。

由于是通过跑道间接的判断运动员，因此如果运动员在比赛时从出发到终点的跑动路线发生变化（如中长跑项目），这种方法便不能使用。也正是由于通过跑道间接识别运动员，更

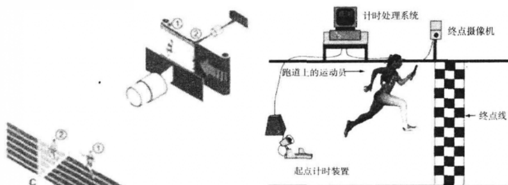


图119 狭缝扫描方式

是无法对中长跑运动员围绕运动场跑动的圈数进行计数。

解决上述问题的关键是首先解决运动员的识别问题。体育比赛中对运动员的识别不同于一般的识别技术，只需区分每个比赛中运动员的个体即可。由于自动识别技术在准确性及速度方面要求很高，需要将运动场地全景普通摄像机和端点高速摄像机相结合，通过图像追踪技术，跟踪参加比赛运动员比赛的全过程，利用图像坐标的变化完成计数和计时功能。

首先在运动场地架设如图 120 所示的三台摄像机并离地面具有一定的高度。在运动员出发时，将两台全景摄像机的图像分别采用图像比对跟踪技术对起点运动员进行识别点的定位，运动员出发后，全景摄像机判断每一个运动员的跑动位置，若在测量过程中两台全景摄像机当中的某一台丢失测量对象时，由另一台全景摄像机提供测量数据，并负责恢复丢失测量对象摄像机的测量对象。当运动员到达比赛终点时，端点摄像机使用狭缝扫描技术，按照全景摄像机提供的每个运动对象的坐标，判断出每一个运动对象到达终点的时间或通过的次数（计数）。



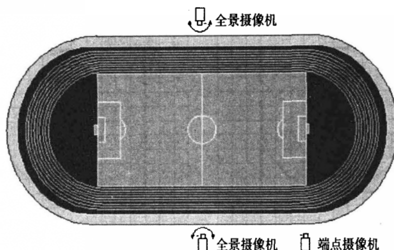


图120　场地摄像机架设位置

图像比对跟踪技术是一种简单图像处理技术，在全景摄像机取得运动员比赛前图像时，对每个运动员的头部进行圈定(对象定位)，在比赛开始后，计数计时系统比较全景摄像机提供的每一帧图像中被圈定运动员头部图像的位置，在确定偏移后，修正对象坐标。周而复始，始终保持对象坐标跟随运动员的运动。从理论上讲，只要计算机的速度足够高，就可跟踪多个运动对象。

图 121a 是运动目标出发前的图像定位。图 121b 是运动目标出发后第一帧图像。图 122a 是图 121a 和图 121b 的重叠图。图 122b 是根据相对位移重新修正圈定区域的图像。通过图 122a，可以看出在圈定区域内运动目标的图像和图 122a 中的初始运动目标图像发生了变化。通过比对图 121b 和图 122b 圈定图像的变化率，可以计算出运动对象的相对位移。

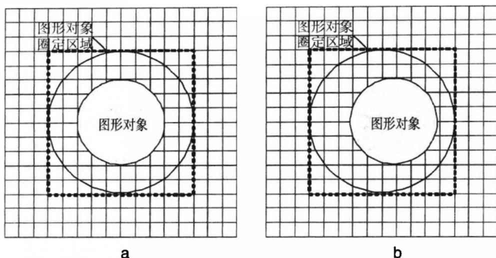


图121 运动物体移动位置测量

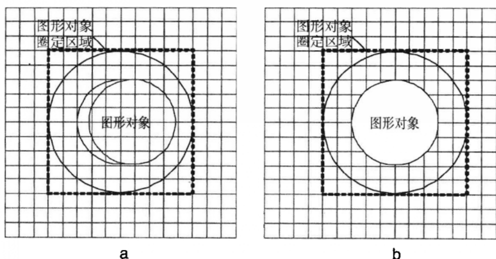


图122 运动物体移动位置迭代测量

（二）主动式自动计时记分系统原理

主动式自动计时记分系统通常将射频识别、计算机信息处理等技术与体育比赛相结合，将微型无线传感器携带在运



动员身上，将信号接收处理设备放计时终点，在不影响比赛竞技状态的情况下，当携带无线传感器的运动员经过信号接收设备时，无线传感器向接收器发送对应于每一位运动员的特征信息，从而实现自动计圈和对长距离项目自动计时的目的（图 123）。



图123　主动式自动计时记分系统原理

如图 124 所示，整套系统由无线传感器、天线、信号处理控制系统、控制计算机四部分构成。其工作流程是：每当携带微型无线传感器的运动员经过天线时，在电磁场的有效范围内，传感器接收信号并充电，经过稳压后作为工作电压，使传感器工作并发送带有对应每位运动员特征信息的无线信号，天线接收发送来的此信号，经信号处理控制系统进行解调、识别

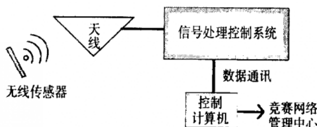


图124　主动式自动计时记分系统组成

处理后，将数据传给控制计算机完成对运动员行进圈数和成绩的数据处理。同时控制计算机与竞赛网络中心连网，上传运动员成绩资料，并接收参赛运动员姓名、单位等身份信息，从而实现了自动计时和自动计圈的目的。

第二节　体育比赛管理系统

体育比赛管理系统一般是在体育场馆举办赛事时启用的基本技术设施。根据场馆举办不同的赛事项目，其所使用的计时记分设备也不尽相同，具体方案应该是按各项目竞赛规则和赛场操作要求进行设计的。系统作用主要是可靠而准确地获取运动员的比赛成绩，同时把相关信息及时由大屏幕设备显示出来，让在场的嘉宾、评委、观众都能及时了解到最新的赛场信息。

体育比赛的组织工作是一项复杂而细致的管理工作，其中编排、记录、公告等环节，头绪繁多，过程缜密，即时性强，因此需要使用相应的计算机系统对体育比赛进行有效的管理，代替传统方式中的人工操作和流程控制，保证体育比赛的正常进行。

体育比赛管理系统处理比赛需要的各种资料，包括记录运动员的比赛数据、出场次序以及各种比赛报表等，并可通过LED（电致发光二极管）大屏幕，实时显示出场运动员的资料和全部运动员的成绩。



一、体育比赛管理系统的组成

体育比赛管理系统由赛场处理系统和数据处理中心两部分组成。赛场处理系统负责完成现场数据的加工和管理，数据处理中心负责对赛场处理系统提供的信息进行再次加工，形成可用于分析、汇总和统计的比赛数据报告，并公示在互联网上，便于查询。

（一）现场比赛成绩处理子系统

在现场成绩处理系统中，除了对体育比赛成绩处理之外，还提供对现场多媒体数据的处理和控制，包括对体育比赛的现场评论、电视转播、成绩公告（大屏幕显示控制）以及比赛组织者的指挥等的统一控制，如图 125 所示。

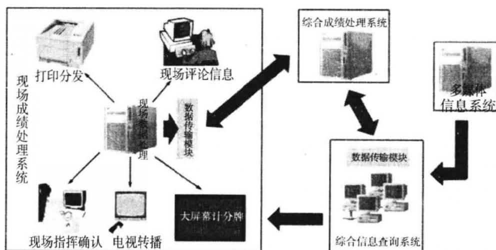


图125　现场比赛成绩处理系统

现场成绩处理系统一般可兼顾非正规比赛的需求，特别是基层的小型体育比赛，包括趣味性项目都可方便地进行操作。

对现场成绩处理系统具有如下要求：

（1）灵活性强。对比赛中可能发生的突发事件，系统提供多个调节入口，能及时进行相应的人工干预调整，保证工作正常进行。

（2）比赛数据格式规范。所有比赛成绩数据的录入和存储，都按照数据管理规范要求进行。对于误操作，系统能自动判断并修正错误。

（3）输出的报表格式规范。所有报表的输出，均符合国家相应管理部门的规定，按照正规比赛要求的内容和格式排列。

（4）操作简单方便。提供一个集成化的自动编排环境，全部操作过程简单直观，并有功能提示。

（5）提供各种输入、输出接口。能接收各种计时记分硬件数据，减少人工输入的工作量和出错率。各种数据除了能直接打印外还能输出到 Excel 和 Word 文档、大屏幕、电视转播等。

（二）数据处理中心

数据处理中心主要由监测数据获取通信网络、数据处理中心网络平台、分布式监测数据分析处理平台、信息产品分发服务网络等部分，以及相应的应用软件系统组成。数据处理中心实际上是现场成绩处理系统的后继处理系统。两个系统使用网络连接，从现场成绩处理系统传入的数据在数据处理中心经过再次组织，经互联网进行公示。这种双系统结构分工明确，可以有效地行使各自的职责，减少相互之间的干扰，提高数据处理与检索的速度。



数据处理中心局域网网络平台通常采用千兆以太网作为网络主干技术，服务器端通过千兆以太网线路与核心交换机相连，其他数据传输网络，以及工作站等采用百兆以太网线路与核心交换机相连，从而实现千兆交换作为网络主干，百兆交换到桌面的网络结构。

体育场馆的数据处理中心通常由局域网、服务器、数据存储备份系统、信息安全系统、数据交换、管理平台组成。综合布线采用千兆以太网，以保证今后满足数据快速传输的需要。在数据处理中心，服务器是数据处理的核心设备，提供数据存储、数据处理、网络应用、体育比赛数据挖掘应用和其他服务。服务器可划分为数据库服务器、应用服务器、数据备份服务器、网管服务器等。

数据存储备份系统是数据处理中心用于存储和备份各类体育比赛数据的设备，是服务器中的一个子域。存储备份系统采用 SAN（存储区域网）技术架构或磁盘阵列直接存储方式。同时，为了保证数据处理中心的安全，需要配置防火墙，防火墙用于对高层应用的访问控制及安全过滤，通过单向或双向针对时间、流量的访问控制，实现局域网与广域网或内部网络不同信任域之间的隔离，过滤一些不安全的服务。

二、体育比赛管理系统功能

体育比赛管理系统的基本功能框架图如图 126 所示。通常在体育比赛管理系统中，对于体育比赛，按照时间被划分为赛前、赛中和赛后三个阶段。赛前主要涉及运动员和运动队，赛中和赛后主要涉及比赛过程处理和信息发布与数据分析。

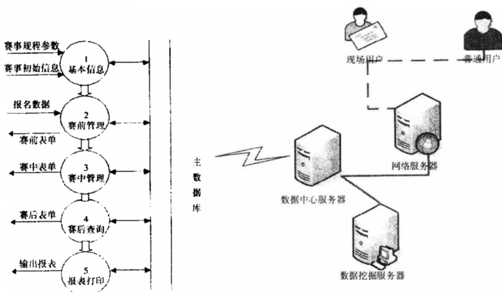


图126 体育比赛管理系统的基本功能

体育比赛管理系统主要有如下功能：

(1) 报名。采用网络报名、电子文档报名方式。

(2) 赛前处理。统计人数、编排日程、编排运动员号码、参赛确认、分组分道、打印各种比赛用表等。

(3) 现场比赛成绩录入和后继赛次编排。自动接收各种计时记分硬件数据 / 手工录入比赛成绩、计算名次、录取后继赛次名次和后继赛次的编排、打印成绩公告、破纪录公告等。

(4) 比赛数据统计。统计破纪录、团体总分、运动员等级、弃权运动员等。

(5) 现场大屏幕比赛资料显示。输出各单元比赛日程、运动员参赛名单、各项成绩公告、发奖公告、团体总分公告等。

(6) 秩序册、成绩册自动输出。输出总秩序册、每日秩序册、每日成绩册、总成绩册。

(7) 比赛成绩实时网上发布。通过互联网，现场比赛成绩系统将数据提交数据处理中心在相关网站实时发布各项次比赛



成绩。

(8) 电视转播数据实时转送。数据处理中心向有关电视转播机构实时传送比赛成绩实况和比赛数据。

体育比赛管理系统是体育场馆自动化系统中，专门处理体育比赛和实现自动化管理的子系统。系统涵盖运动会从赛前报名、赛前编排、赛中编排、赛中信息交换处理、赛后信息汇总和发布的全过程，是一体化的网络系统。它的存在，已经成为体育场馆运行中不可或缺的组成部分。

第三节　大屏幕显示系统

体育场馆中电子显示屏系统的主要作用是发布比赛的各类消息，显示体育比赛项目动态，各参赛队及参赛选手的情况，各种比赛成绩、名次及实时比分（提供与计时记分控制系统的接口），播放赛场的电视实况等；同时也可以播发广告信息，播放各种视频、动画、文字及其迭加等商务内容。大屏幕显示系统是体育场馆为竞赛、训练和大型社会活动提供信息服务的基本子系统。

一、大屏幕显示系统的类型

目前的大屏幕显示领域，主要由投影（前投和背投）、PDP、LCD 和 LED 大屏幕、电视拼接墙等组成。LCD 的屏幕尺寸主要集中在 30 ~ 40 英寸（1 英寸=2.54 厘米，下同），

PDP 产品在 30 ~ 70 英寸，背投电视的屏幕尺寸在 30 ~ 80 英寸之间，投影机的屏幕尺寸可以覆盖 30 ~ 300 英寸的所有尺寸范围。而LED 大屏幕、电视拼接墙则具有更大的显示面积。

（一）投影式大屏幕

投影式大屏幕根据其结构有前投和背投两种类型，前投方式是最常见的投影方式，如教学中使用的投影机，而背投方式最常见的就是背投电视。严格地说，背投机只是投影机的一种结构变种，它将显示系统和屏幕集成在一起，经由屏幕后方一大片倾斜安装的反光镜，将图像反射到屏幕上。

（二）PDP

PDP（Plasma Display Panel，等离子显示屏）是一种利用气体放电的显示技术，其工作原理与日光灯很相似。它采用了等离子管作为发光组件，屏幕上每一个等离子管对应一个像素，屏幕以玻璃作为基板，基板间隔一定距离，四周经气密性封接形成一个个放电空间。放电空间内充入氖、氙等混合惰性气体作为工作媒质。在两块玻璃基板的内侧面上涂有金属氧化物导电薄膜作激励电极。当向电极上加入电压，放电空间内的混合气体便发生等离子体放电现象。气体等离子体放电产生紫外线，紫外线激发荧光屏，荧光屏发射出可见光，显现出图像。当使用涂有三原色（也称三基色）荧光粉的荧光屏时，紫外线激发荧光屏，荧光屏发出的光则呈红、绿、蓝三原色。当每一原色单元实现 256 级灰度后再进行混色，便实现彩色显示。等离子体显示器技术按其工作方式可分为电极与气体直接



接触的直流型 PDP 和电极上覆盖介质层的交流型 PDP 两大类。目前彩色 PDP 的类型主要有三种：单基板式（又称表面放电式）交流 PDP、双基板式（又称对向放电式）交流 PDP 和脉冲存储直流 PDP。PDP 是一种自发光屏幕显示技术，不需要背景光源，可以实现非常清晰的图像。

(三) LCD

LCD（Liquid Crystal Display，液晶显示屏）是一种透射方式的显示技术，它利用薄膜技术所做成的电晶体电极，采用扫描的方法主动控制显示点的开和关，控制液晶分子的排列状态，改变液晶遮光和透光状态，从而达到显示目的。LCD 本身不发光，需要背光源，因此，屏幕显示的亮度主要取决于背光源的分布及亮度和 LCD 本身的透光效率。

(四) LED

LED（Light Emitting Diode，电致发光二极管）技术起源于半导体的研究。1923 年，罗塞夫（lossen.o.w）在研究半导体的 PN 结时，发现了其中有光发射的现象，据此，研制出了发光二极管。

使用 LED 制作的显示屏，应用已经十分广泛，特别是在体育场馆，通过 LED 显示屏，显示比赛实况及比赛比分、时间、精彩回放等。为了使所有运动员和观众清楚地看到比赛信息，体育场馆 LED 显示屏的面积一般都较大，通常都在 4 米×10 米以上。LED 显示屏已经成为衡量体育场馆等级标准的一个重要标志。

二、LED 电子大屏幕显示系统

LED 电子大屏幕（图 127）由 M×N 个具有三基色（红、绿、蓝）发光二极管组成的像素，构成显示画面。LED 的发光颜色和发光效率与制作 LED 的材料和工艺有关，目前有红、绿、蓝三种基本颜色。只有红色组成的显示屏叫单色显示屏，把红色和绿色的 LED 放在一起作为一个像素制作的显示屏叫双色屏，把红、绿、蓝三种 LED 管放在一起作为一个像素的显示屏叫三色屏或全彩屏。

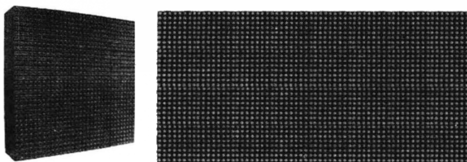


图127　LED 电子大屏幕

（一）LED 大屏幕显示系统组成

体育场馆 LED 大屏幕显示系统由显示系统、控制系统、多媒体配套设备等组成，如图 128 所示。



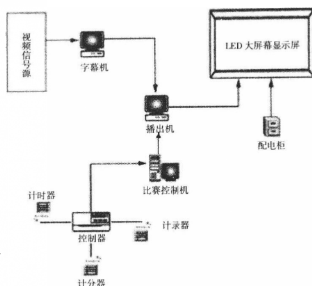


图128　LED 大屏幕显示系统组成

LED 大屏幕显示系统具有如下特点：

(1) LED 显示系统由显示屏体、配电系统、安装骨架和控制系统组成，LED 发光器件组成的可控显示单元镶嵌在安装骨架的箱体之中，由配电系统供电。在控制系统的作用下，LED 显示系统将视频信号分解成红、绿、蓝三个独立的控制信号并接入相应的 LED 显示单元中，控制三种颜色的 LED 管发光。

(2) LED 控制系统由计算机、多媒体卡、控制卡以及控制软件等构成，主要用于显示数据的编辑、处理与分配，并控制显示屏的显示。

(3) LED 编辑系统的作用是完成显示屏显示内容的整理、编排和设计。编辑完成后的显示内容，须由编辑系统送入控制系统才能进行有效地播放。

(4) 多媒体配套设备由视频输入、图文输入和音频输出等一些设备构成，主要用于提供视频信号、音频信号和文字信息。

LED 显示控制部分将视频内容经过逐行化、数字化和倍频之后，适应 LED 显示屏的分辨率，从而形成一幅全色的视频图像。

（二）选择与维护 LED 显示屏

LED 显示屏的种类繁多，价格差别很大，用户如何选择一块适合本单位的、价格又比较合理的显示屏，是选择使用显示屏的一个关键问题。特别是在体育场馆的应用中，为了播放精彩镜头、回放比赛片段等视频信息，常常需要视频信息反映到显示屏上去，因此，对 LED 显示屏的选择和维护应从以下几个方面考虑：

（1）显示屏的稳定性。显示屏的稳定性包括很多内容，从材料到生产再到安装都会影响产品的稳定性。显示屏的选择应首先使用稳定性高的产品，显示屏只有稳定性高才能充分发挥它的作用。

（2）是否便于维修。便于维修对所选择的 LED 显示屏也是非常重要的，一些生产厂家为了追求低成本，把 LED 显示屏制成不可维修产品，局部出现问题后，使整个显示屏都不能正常使用。

（3）结构是否安全合理。合理安全的结构是保障正常使用、便于维护的一个重要方面。

（4）显示亮度与能耗。显示屏的亮度是和寿命成反比的，不是越亮越好。亮度应控制在 LED 器件的稳定工作范围之内，如大于工作范围会降低 LED 的正常使用寿命。同时，显示屏的亮度和能耗成正比，能耗大小会直接影响 LED 显示屏的使用费用。因此，要求 LED 显示屏应具有低能耗、发热低、发



热均匀、亮度高的特点，这样才能使 LED 显示屏充分地利用能源，发挥效率。

（三）体育场馆对 LED 电子显示屏系统的要求

根据体育场馆比赛需要，在场馆内可设置全彩电子显示屏和双基色显示屏，彩色显示屏用于显示赛事图像、文字，并可以播放视频信号，双基色显示屏用于计时、记分和公布成绩（图 129）。



图129　体育场多功能 LED 显示屏

通常主显示屏机房设在体育场馆南侧，可方便接收及显示计算机系统发送的信号。除此之外，体育场馆对 LED 电子显示屏系统还有以下要求：

（1）接收标准视频信号。

（2）能直接显示、演播来自现场摄像机采集的现场图像信息；能直接显示、演播来自电视、录像机、VCD、DVD 机的视频节目。

（3）可播放计算机图像、文本、二维、三维动画等多种不同类型媒体的内容。

(4) 实时显示计算机 CRT 画面，与 CRT 逐点对应，显示影像，能方便切换，并可在画面上叠加文字， 可播放计算机图像。

(5) 图像可以锁定，具备多频自动同步功能。

(6) 可以显示各种颜色的中文、西文、阿拉伯数字、常用字符及图案。文字编辑功能即时反映文字的字体变化、大小变化及位置。

(7) 采用非线性视觉校正技术，提高视觉效果。画面清晰、稳定，色彩鲜艳。

(8) 具有亮度调节、锁屏、清除显示功能。

(9) 同步显示来自计算机的文字、图像、动画、表格、曲线等内容，计算机屏幕上的显示内容可逐点对应地显示在LED大屏幕上。

(10) 计算机控制屏面的文字、图像的移动、帘式换屏、卡通显示，应有缩放、分合、闪动等多种变化，屏幕动感强烈，并具有各种特技功能。

(11) 计算机控制软件功能完善、界面友好，并有菜单式程序提示。

(12) 显示内容广泛，包括广告、时间、天气、新闻时事和各种宣传信息。

(13) 具有体育比赛成绩、比分显示功能。包括显示田径比赛时的项目、队名、运动员姓名、号码、成绩等分项内容，每屏显示不少于 8 队或 8 名。显示足球比赛实时比分、双方队员名单、号码、上场队员介绍、换人，以及被罚红、黄牌队员的号码和场次。

(14) 依据运动会组委会要求显示标语口号。

(15) 具有计算机自动亮度调节功能。



LED大屏幕特别适合在体育场或体育馆中使用，有了它，可以实现信息的公布并结合多媒体、现场转播图像和图文播放，使体育比赛过程生动而直观。

三、其他类型大屏幕显示系统的使用

在体育场馆的会议室中，往往还会使用一些不同类型的大尺寸显示屏幕，以供相应的用户使用。这些大屏幕显示系统主要以背投式屏幕显示系统为主，因此，在体育场馆中配置合适的背投式显示系统，保证正常的室内环境光亮下仍能获得满意的投影图像，是选择电子显示屏时需要考虑的问题。

（一）大屏幕系统布局

大屏幕显示系统的可用布局有：影院型、圆桌会议型、阶梯教室型和线型等多种方案。

1. 影院型布局

影院型布局的大屏幕在显示大厅的正前方，领导人席居中央，业务人员席位于领导人前后或两侧，技术保障人员在领导人后专门设置的控制室内，便于对大屏幕显示进行观察控制。观摩席在后排或外侧，其参观或观摩不影响正常工作。这种布局使每个席位尽可能地处于大屏幕的最佳观看位置，有利于扩充席位，适宜较大面积的会议场所，因此，屏幕尺寸可以较大而且不止一块，集中布置在正前方，如图130所示。

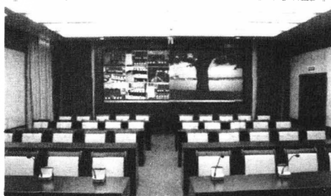


图130　影院型布局

2. 圆桌会议型布局

如图 131 所示，圆桌会议型布局可设三块屏幕，主屏幕位于圆桌的一端，辅屏幕位于主屏幕两侧，幕间夹角视人数而定。领导人员位于圆桌的另一端，处于最佳的观看位置，参加会议人员和其他人员位于圆桌两侧，主要观看本席位正面的屏幕。这种结构比较适合中型会议室，特别适合呈矩形的会议场所。



图131　圆桌会议型布局



3. 阶梯教室型布局

阶梯教室型布局（图 132）的大屏幕位于正前方，参加会议的各类人员按照次序坐在呈阶梯状排列的会议室，主要决策领导人员处于最佳的大屏幕观看位置，其余人员次之。席位和屏幕之间，放置发言台，供讲演者用。这种布局适用于领导人员、观摩人员较多且会议场所具有阶梯教室形状的布局。



图132　阶梯教室型布局

4. 线型布局

线型布局的大屏幕呈直线或弧线型，按照参加会议的部门、方向或任务将大屏幕划分成若干个区域，有关领导人员位于相应区域的最佳观看位置，屏幕显示内容相互独立。在这种布局中，大屏幕显示内容与业务内容相一致，每个参加会议人员正面的大屏幕都是专门为其设置的，用以显示最关心的信息。这种布局适合扁平类型的会议场所。



图133　线型布局

（二）大屏幕设备的选择

大屏幕显示系统的设备选择要根据体育场馆实际环境和使用需要，确定产品的性能要求和关键技术指标，对显示系统进行主要技术参数和功能的对比，参考有关文献和其他用户经验，注重品牌及售后服务，重点选择几个产品，通过实际测试，最终选定所需产品。

大屏幕显示设备种类很多，了解和掌握有关设备的性能指标，对于大屏幕显示系统的选择、维护和保养是非常重要的。

1. 投影机

投影机的指标很多，可以从显示性能、可靠性和可维护性三个方面进行比较选择。显示性能主要包括亮度、分辨率、对比度。投影机的亮度从数百直至上万 ANSI 流明。实际观看到的屏前亮度与投影距离、屏幕和环境亮度都有关，这要根据情况综合选择，在大屏幕显示系统中，趋向于采用 4000ANSI 流明左右的 DLP 投影机进行拼接。对比度为投影机输出最亮与



最暗的比值，800:1 能满足要求。

可靠性通常用平均无故障工作时间（MTTF）表示，当然是越长越好，但是，几乎所有的产品都有薄弱环节，投影机最薄弱的环节是提供光源的灯泡，因为在集中管理或重要任务的应用过程中，即使是短暂的屏幕不能显示，也是不能接受的。按照木桶理论，灯泡的寿命是影响投影机平均无故障工作时间的重要因素，一般在数千小时级。可维护性通常用故障修复时间（MTTR）表示，为了缩短故障修复时间，高档投影机采用独立灯泡单元或双灯备份，更换时不需要移动投影机，也不需要进行几何校正，以提高更换速度。

2. 屏幕的选择

投影屏幕从功能上可分为透射式和反射式，透射式用于背投，反射式用于正投。从材质上可分为珠光幕、玻璃幕、金属幕、近白幕、压纹塑料幕等。投影幕的正确选择以及与投影机搭配得当，可以得到优质的投影效果，一般按照类型、材质和尺寸的步骤进行选择。

增益和视角是投影幕的两个主要指标。增益反映了屏幕反射入射光的能力。在入射光的角度一定、入射光通量不变的情况下，屏幕某一方向上亮度与理想状态下的亮度之比，叫做该方向上的亮度系数，把其中的最大值称为屏幕的增益，通常把无光泽白墙的增益值定为 1，在压纹塑料幕的光反射焦点，增益高达 3.5。一般来讲，增益越高视角越小，视角将影响席位的摆放位置和数量。屏幕在不同方向上的反射是不同的，离屏幕中心越远，亮度越低，这也称为太阳效应，当亮度降为 50%时的观看角度定义为视角，菲涅尔光学广角背投幕可将水平视角做到 170°。

屏幕的尺寸应与显示大厅的空间格局、席位设置、人体物理学需要协调。显示大厅的空间高度，通常为5～7米，应设领导席、业务员席、操作控制席、同声翻译席、技术监控席、为协调工作设置的相关部门管理席，以及预留观摩或参观人员的位置。每个席位面积依据设备配置不同而有所差异，6～8平方米能满足多数需要。管理与业务工作人员之间的最大距离以直接对话无延迟感为宜，一般不应超过30米。屏幕底边距地面应有0.8～1.2米，单块屏幕通常应符合6:4或16:9的宽高比，屏幕的高度大约等于从最后一排观众到屏幕距离的1/6，第一排席位到屏幕的距离应大于屏幕高度的两倍。以上数据可作为选择屏幕的参考，具体尺寸还应根据实际情况确定。

3. 控制器的选择

（1）矩阵切换器。矩阵切换器用于转接输入与输出视频信号，并直接送投影机显示。矩阵控制器的输入信号的路数应根据信号源的数量确定，输出信号的路数应不少于投影机数。通常矩阵切换器都有控制面板和RS-232串行接口，用以提供通信协议命令，实现计算机控制。

（2）大屏幕拼接系统。目前流行的拼接控制系统有三种类型：硬件拼接系统、软件拼接系统、软件与硬件相结合的拼接系统。拼接系统具有多路视频、RGB输入/输出接口，能将多种外部视频、RGB模拟信号数字化后，在成像设备上成像，最后转换成模拟信号输出到大屏幕，并且可以在大屏幕上随意移动、放大和缩小，实现跨屏幕多窗口任意尺寸的无缝拼接。

（3）集中控制器。大屏幕显示系统是集多种媒体设备于一体的复杂系统，需要集中控制器进行集中控制和操作。集中控



制器实际上是一种控制多种媒体设备的中间件，配备计算机硬件和专用操作系统，具有程序控制功能。对集中控制器的选择，应注明控制对象和控制属性，一般要对 RGB 信号、视频、音频信号进行切换控制，对灯光、窗帘、摄像、电源设备进行开关控制，对 DVD、VCD、卡座进行播放控制，相应地要选择具有 RS-232 协议程序控制、继电器开关控制、红外线输出接口的集中控制器。

(三) 投影机的工作原理

投影机是大屏幕显示系统中的主要设备，了解投影机的工作原理，对于维护和保养大屏幕显示系统是非常重要的。目前，投影机主要是以 LCD 类型投影机为主，LCD 投影机是液晶显示技术与投影技术相结合的产物，它利用液晶的电光效应，用液晶板作为光的控制层来实现投影。液晶的种类很多，不同的液晶，其分子排列顺序也不同，有些液晶在不加电场时是透明的，加了电场后就变得不透明了，而有的则正相反，液晶透明的变化与所加电场有关，这就是电光效应。LCD 投影机按内部液晶板的片数可分为单片和三片两种。

三片式 LCD 投影机用红、绿、蓝三块液晶板分别作为红、绿、蓝三色光的控制源。光源发射出来的白色光经过镜头组到达分色镜，首先红色光波被分离出来，投射到红色液晶板上。液晶板“记录”下的以透明度表示的图像信息被投影生成了图像中的红色光信息，同样蓝色光和绿色光通过各自的液晶板生成图像中的蓝、绿信息。三种颜色的光在校正镜中会聚，由投影镜头投射到投影幕上形成一幅全彩色图像。

除 LCD 投影机外，采用与 LCD 工作原理截然不同的 DLP

投影机，则是一种真正的全数字反射式投影技术。其中 DLP 的核心是 DMD 装置。一片 DMD 是由许多微小的正方形反射镜片（简称微镜）按行列紧密排列在一起，贴在一块硅芯片的电子节点上，每一个微镜对应生成一个图像的像素，一般可分为一片 DLP、二片 DLP 及三片 DLP 投影机。一片式 DLP 是通过一个以 60 转 / 秒高速旋转的滤色轮来产生投影图像中的全彩色，滤色轮由红、绿、蓝三色组成。采用两片 DMD 的DLP 投影系统中，红色光单独使用一个 DMD，绿、蓝光共同使用另一片 DMD，与一片 DLP 投影系统一样，使用高速旋转滤色轮来产生投影图像中的全彩图像。使用三片 DMD 的 DLP 投影系统中，各有一片 DMD 分别反射红、绿、蓝三原色中的一种，因此不再使用滤色轮。

四、大屏幕投影机的日常保养与维护

投影机是机械、液晶、电子技术相结合的产物，因此在使用中要从以下几个方面加以保养和维护：

(1) 注意电源电压的标称值，机器的地线和电源极性，并要注意接地。这是由于当投影机与信号源（如计算机）连接的是不同电源时，两零线之间可能存在较高的电位差。当用户带电插拔信号线或其他电路时，会在插头插座之间发生打火现象，损坏信号输入电路，由此造成严重后果。

(2) 严防强烈的冲撞、挤压和震动。因为强震能造成液晶片的位移，影响放映时三片 LCD 的会聚，出现三基色不重合的现象，而光学系统中的透镜，反射镜也会产生变形或损坏，影响图像投影效果。而变焦镜头在冲击下会使轨道损坏，造成



镜头卡死，甚至镜头破裂，无法使用。

（3）尽量使用投影机原装电缆、电线。在使用过程中，如发现异常情况，应先拔掉电源，以保证安全。在开始接通投影机时，必须移开镜头盖。

（4）保护好灯泡。由于大部分投影机使用金属卤素灯（Metal Halide），在点亮状态时，灯泡两端电压60～80V之间，灯泡内气体压力大于10kg / cm，温度则有上千度，灯丝处于半熔状态。因此，在开机状态下严禁震动、搬移投影机，以防止灯泡炸裂。停止使用后不能马上断开电源，要让机器散热完成后自动停机，在机器散热状态，断电造成的损坏是投影机最常见的返修原因之一。

（5）在使用投影机的过程中，不要频繁地进行开关。因为这样可能会损坏投影机内部的设备元件，另外，减少开关机次数还可以延长灯泡的使用寿命。

（6）不要自行检修。由于投影机设备比较精致，因此无论发生何种故障，都不可擅自开机检查，机器内没有用户可自行维护的部件，并且投影机内的高压器件有可能对人身造成严重伤害。

（7）要选择好投影机的存放位置。投影机使用时需远离热源，同时要远离水或潮湿的地方。使用完毕后，一定要使投影机冷却。中途如果不使用时，要及时切断电源。

（8）注意防尘。由于投影机散热一般都有专门的风扇以每分钟几十升空气的流量对其进行送风冷却，高速气流经过滤尘网后还有可能夹带微小尘粒，它们相互磨擦产生静电而吸附于散热系统中，这将对投影画面产生影响。因此，在投影机使用环境中防尘非常重要。

(9) 严禁带电插拔电缆，信号源与投影机电源最好同时接地。投影机在使用时，信号源和投影机之间一般有较大的距离，如吊装的投影机一般都距离信号源 15 米以上。过长的信号电缆会造成信号衰减，投影出的画面易发生模糊拖尾，甚至抖动的现象。因此，应保证信号传输在 20 米以内。

第四节　触摸屏体育信息查询系统

触摸屏体育信息查询系统（图 134）是一种仅需要用手指触摸屏幕，即能操作计算机进行体育比赛及相关背景信息查询或数据分析的多媒体应用系统。体育比赛触摸屏查询系统，简化了计算机系统的输入模式，具有比键盘、鼠标更为简单的操作方法。在体育场馆应用中，触摸屏查询系统是一种生动、细腻且深入介绍场馆各种设施或赛事的好助手，可以极大地改善人机交互环境，是一种符合简便、经济、高效的电子设备。

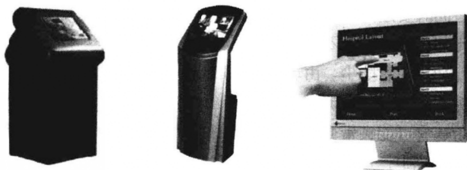


图134　不同类型的触摸屏系统



一般触摸屏查询系统由硬件和软件两部分组成，硬件有机柜、计算机主机、显示器、触摸屏组成；软件有操作系统和多媒体软件，其中多媒体软件的内容和开发方式和一般多媒体软件并无区别。通常计算机主机、电源和网线等都装在机柜内部，只露出显示器的屏幕，而触摸屏隐藏在显示器内部或机柜里，外表看不出来，因此从表面上看，触摸屏查询系统只是一个外型独特、可以用手指在上面查询信息的显示屏幕。

一、触摸屏类型和工作原理

目前，使用的触摸屏主要分为三种类型：电阻式触摸屏、电容式触摸屏、表面声波式触摸屏。每一类触摸屏都有其各自的优缺点，因此需要了解它们的工作原理和特点，以便在日常工作中能够更好的进行维护和保养。

（一）电阻式触摸屏

电阻式触摸屏（图 135）的主要部分是一块与显示器表面非常吻合的电阻薄膜，这是一种多层的复合薄膜，它以玻璃或硬塑料板作为基础，表面涂有透明氧化金属导电层，上面覆盖经过硬化处理、光滑防擦的塑料层，其内表面也涂有一层导电涂层，在它们之间有许多细小的（小于 1 / 1000 英寸）透明隔离点把两个导电层隔开绝缘。当手指触摸屏幕时，两层导电层在触摸点位置有了接触，控制器侦测到这一接触点并计算出相应位置，再根据模拟鼠标的方式进行运作，这就是电阻技术触摸屏的基本工作原理。

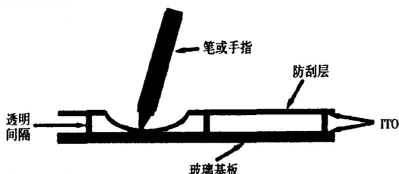


图135　电阻式触摸屏结构

电阻式触摸屏在使用中，可以不受尘埃、水、污物的影响，但由于其触摸屏的导电涂层比较薄且容易脆断，使用一定时间后会出现细小裂纹，甚至变型，因此电阻式触摸屏的使用寿命是几种触摸屏中最短的一种。

（二）电容式触摸屏

电容式触摸屏（图 136）在触摸屏四边均镀上狭长的电极，在导电体内形成一个低电压交流电场。用户触摸屏幕时，由于人体电场，手指与导体层间会形成一个耦合电容，四边电极发出的电流会流向触点，而电流强弱与手指到电极的距离成正比，位于触摸屏幕后的控制器便会计算电流的比例及强弱，准确算出触摸点的位置。电容触摸屏的双玻璃不但能保护导体及感应器，更有效地防止外在环境因素对触摸屏造成影响，就算屏幕沾有污秽、尘埃或油渍，电容式触摸屏依然能准确地算出触摸位置。

电容式触摸屏的特点：

（1）对大多数的环境污染物有抗力。

（2）人体成为线路的一部分，因而漂移现象比较严重。



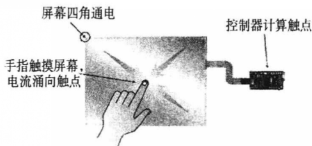


图136　电容式触摸屏结构

(3) 戴手套不起作用。

(4) 需经常校准。

(5) 不适用于金属机柜。

(6) 当外界有电感和磁感的时候，会使触摸屏失灵。

(三) 表面声波式触摸屏

表面声波，属于超声波的一种，是一种沿介质表面传播的机械波。如图 137 所示，表面声波式触摸屏的四角装有超声波换能器，能发送一种高频声波跨越屏幕表面，当手指触及屏幕时，触点上的声波即被阻止，由此确定坐标位置。

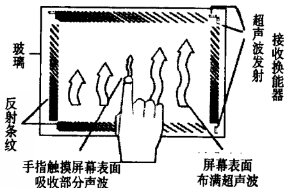


图137　表面声波式触摸屏结构

表面声波式触摸屏不受温度、湿度等环境因素影响，分辨率极高，有极好的防刮性，寿命长，透光率高，能保持清晰透亮的图像质量，是最适合体育场馆使用的一种触摸屏类型。

表面声波式触摸屏特点：

(1) 清晰度较高，透光率好。

(2) 经久耐用，抗刮伤性良好。

(3) 一次校正不漂移。

(4) 反应灵敏。

表面声波式触摸屏需要经常维护，因为灰尘、油污甚至饮料的液体沾污在屏的表面，都会阻塞触摸屏表面的导波槽，使声波不能正常发射或使波形改变而造成控制器无法正常识别，进而影响触摸屏的正常使用。日常维护时，需严格注意环境卫生，经常擦抹屏的表面，以保持屏面的光洁。

二、触摸屏体育信息查询系统应用

社会的信息化发展和计算机网络在生活中的广泛应用，信息查询在以触摸屏查询的形式出现后，多媒体触摸信息查询是最简单、方便、自然的人机交互方式，且易于交流。

触摸屏体育信息查询系统通过多媒体制作手段，将图像、动画、视频、解说、音乐、文字等多种信息进行整合应用，以多媒体触摸屏方式交互查询，使用方便、快捷，形象生动。无论是否有计算机知识，都能够在几秒钟内查到所需的资料，它能够反复选看、重点选看、自动播放，既能方便用户，又是宣传体育场馆相关服务内容的一种有效方式。因此，触摸屏体育信息查询在体育比赛中的应用非常广阔。



(1) 体育设施与服务项目的查询。

(2) 教练与培训信息查询。

(3) 体育书籍、锻炼标准、锻炼方法的查询。

(4) 用户预约登记情况的信息查询。

(5) 体育比赛安排信息查询。

(6) 交通、道路和体育场馆停车位的查询。

(7) 办公机构、体育训练、技术讲座的信息查询等。

触摸屏体育信息查询系统能够自动将比赛成绩、实况录像及配音快速叠加为图文声并茂的信息，全面、实时地提供体育比赛实况和背景信息。虽然触摸屏信息查询系统出现在中国至今只有短短的几年时间，但它赋予多媒体系统以崭新的面貌，是极富吸引力的全新多媒体交互信息查询系统。触摸屏信息查询系统，特别是其在体育比赛方面的应用，对于体育场馆已不再是可有可无的东西，它极大地简化了计算机的操作和使用，即使是对计算机一无所知的人，也照样能够信手拈来，使体育比赛、场馆信息和相关信息的查询变得更加富于人性化。

三、触摸屏常见故障维护

触摸屏在日常运行过程中，由于使用不当或器件老化比较容易出现故障，以场馆中应用较多的表面声波式触摸屏最具有代表意义，下面是表面声波式触摸屏一些常见故障和相应的排除方法：

(1) 在使用中，触摸屏触摸出现偏差，手指所触摸的位置与鼠标箭头没有重合。造成的原因可能是安装完驱动程序后，在进行校正位置时，没有垂直触摸靶心正中位置。解决方法较

为简单，重新校正位置即可。

(2) 触摸屏部分区域触摸准确，部分区域触摸有偏差。故障的原因可能是表面声波式触摸屏四周的声波反射条纹上积累了大量的尘土或水垢，影响了声波信号的传递。对于这类故障，需要清洁触摸屏，特别注意要将触摸屏四边的声波反射条纹清洁干净。

(3) 触摸屏触摸无反应，触摸屏幕时，鼠标箭头无任何动作，没有发生位置改变。

造成此类故障产生的原因如下：

- 表面声波式触摸屏四周的声波反射条纹上面所积累的尘土或水垢非常严重，导致触摸屏无法工作。
- 触摸屏发生故障。
- 触摸屏控制卡发生故障。
- 触摸屏信号线发生故障。
- 计算机主机的串口发生故障。
- 计算机的操作系统发生故障。
- 触摸屏驱动程序安装错误。

通常解决的方法如下：

- 观察触摸屏信号指示灯，该灯在正常情况下为有规律的闪烁，大约为每秒钟闪烁一次，当触摸屏幕时，信号灯为常亮，停止触摸后，信号灯恢复闪烁。
- 如果信号灯在没有触摸时，仍然处于常亮状态，首先检查触摸屏是否需要清洁，其次检查硬件所连接的串口编号与软件所设置的串口编号是否相符，以及计算机主机的串口是否正常工作。
- 在 DOS 环境下，运行“Comdump 串口编号”命令，并触摸屏幕，看是否有数据滚出。当有数据滚出，则可判断硬



件连接正常，请检查软件的设置是否正确，是否与其他硬件设备发生冲突。如没有数据滚出，则硬件出现故障，具体故障点待定。

• 在 DOS 环境下，运行“Sawdump”命令，该命令自动寻问控制卡的类型、连接的端口号、传输速率，并从控制卡中读取相关数据。请注意查看屏幕左下角 X 轴的 AGC 和 Y 轴的 AGC 数值，任一轴的数值为 255 时，则该轴的换能器出现故障，需进行维修。

• 安装完驱动程序后，进行第一次校正时，注意观察系统报错的详细内容。“没有找到控制卡”“触摸屏没有连接”等，根据提示检查相应的部件，例如，触摸屏信号线是否与控制卡连接牢固、键盘是否与主机连接等。

• 如仍无法排除，请专业人员维修。

思考题

1. 体育比赛中，计时记分系统的作用是什么？

2. 计时记分系统具有哪些功能？

3. 简述为什么将成绩处理系统作为计时记分系统中的一个子系统。

4. 计时记分系统与传统计时记分方式比较有什么特点？

5. 在现今体育比赛中，你知道哪些计时与记分方法采用了自动化技术？

6. 体育比赛管理系统具有哪些主要功能？

7. 在比赛中，对体育比赛管理系统中现场成绩处理系统都有哪些要求？

8. 什么是大屏幕显示系统，其主要功能是什么？

9. 大屏幕显示是如何分类的？各具什么特点？

10. 简述LED显示系统的组成和基本工作原理。

11. 选择LED显示屏时，应注意哪些问题？

12. 如何根据实际情况选择相应的大屏幕显示系统？

13. 投影机的主要技术指标有哪些？

14. 如何选择投影机的灯泡？

15. 投影机在保养与维护中需要注意哪些问题？

16. 触摸屏体育比赛信息查询系统的特点是什么？

17. 触摸屏主要有几种类型？并简述各自基本工作原理。



第六章　体育场馆公共信息管理系统

在体育场馆中，公共信息管理系统负责体育场馆赛事信息发布的控制和管理，主要由通信自动化系统、电视转播系统、网上直播系统和多媒体视频会议系统等组成。它是保证信息可靠传递、传播体育赛事，提升体育场馆附加功能的重要系统。



第一节　体育场馆通信自动化系统

通信自动化系统是保证体育场馆内语音、数据、图像传输的基础，体育场馆作为信息社会的节点，其信息通信系统已成为不可缺少的组成部分。体育场馆中的通信系统应具有对于来自场馆内外各种不同信息进行收集、处理、存储、传输和检索的能力，能为用户提供包括语音、图像、数据乃至多媒体等信息的本地和远程传输的完备通信手段，以及最快、最有效的信息服务。

体育场馆中的通信系统主要由程控数字交换网络和计算机局域网两大网络体系组成。程控数字交换网络是采用现代数字交换、计算机通信、信息电子、微电子等先进技术构成的电信网络，而局域网则是计算机通信的主要形式。

一、通信自动化系统的组成

通信自动化系统一般由固定电话通信、声讯服务通信、多媒体通信、传真信箱和综合语音信息平台组成。

（一）固定电话通信系统

采用程控数字交换机担负电话通信工作。



(二) 声讯服务通信系统

声讯服务通信系统包括以下几种功能。

(1) 语音信箱：具有存储外来语音，可自动为客户提供语音留言功能。

(2) 语音应答系统：通过电话查询有关信息并具有及时应答服务功能。

(3) 无线通信系统：应具备选择呼叫和群呼功能。

(4) 卫星通信系统：安装卫星收发天线，与外部构成语音和数据通道，实现远距离通信。

(三) 多媒体通信系统

多媒体通信系统又包括互联网和局域网两种形式。

(1) 互联网。互联网可以通过电话网、分组数据网(X25)、数字数据网(DDN)、综合业务数字网(ISDN)、桢中继网(FR)接入互联网，采用TCP/IP协议。

(2) 局域网。局域网是一个体育场馆的内部计算机网络，可直接用于多媒体通信。

(四) 传真信箱系统

传真信箱系统将输入信箱的传真文件经过数字化处理及压缩编码处理后，存入计算机数据库中。使用者可以通过普通的传真机随时随地直接索取信箱中的资料或通过普通电话机，输入指定的传真机号，间接索取信箱中的文件。

(五) 综合语音信息平台系统

综合语音信息平台系统是一个完全对用户开放的系统，用户根据需求，可以自主选择系统的配置、容量和功能，从而实现自动话务转接、图文信息发布、公共信箱服务等多种电信服务功能。

整个通信自动化系统如图 138 所示。

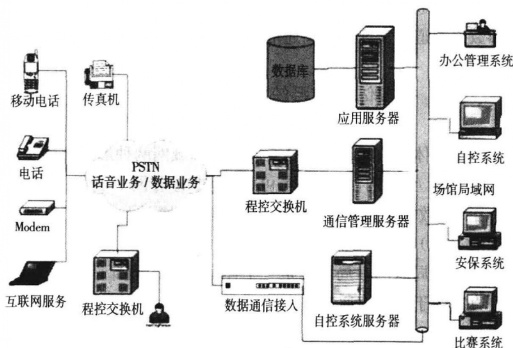


图138 通信自动化系统组成

体育场馆内部局域网连接日常运行的设备自控系统和信息管理系统，局域网通过电信系统的程控交换机（PBX）与公共电信线路连接，在通信自动化系统的管理下，自动完成场馆内外之间的信息交换工作。



二、通信自动化系统的功能

体育场馆的通信自动化系统主要是利用程控交换机、卫星通信网络、有线电视网络和计算机网络系统为用户提供语音、数据和图形图像的通信服务，也可以与广域网相连，提供远程通信服务，达到互通信息，共享资源的目的。

体育场馆的信息通信自动化系统是保证场馆内语音、数据、图像传输的基础，通过与外部通信网（如电话公网、数据网、计算机网、卫星以及广电网）相连，保证与场馆外部互通信息。虽然说，体育场馆自动化管理的核心是系统集成，而系统集成的基础，则是场馆中的通信网络。随着计算机技术、通信技术的发展和信息社会的到来，现代化体育场馆的观念正在不断更新，除了具有传统的电话、传真等通信功能，各种计算机网络、综合服务数字网等也一应俱全。新的信息技术，如电子数据交换、电子邮政、会议电视、视频点播、多媒体通信等已经成为现代化体育场馆必不可少的功能。

体育场馆中的通信自动化系统主要具有如下特点：

第一，语音通信管理。语音通信是体育场馆中最基本的一种通信方式，应用最广泛，功能也日趋丰富，在体育场馆中一般通过程控数字电话交换机，完成相应的语音通信管理。

第二，电话信息服务。电话信息服务利用数据库技术，将大量各类信息收集、存储，通过电话，为用户提供语音形式的信息服务。

第三，信息检索服务。信息检索服务将用户提供的信息存入计算机数据库。使用时，可以通过互联网查询、获取相关信

息，与互联网中的网盘功能类似。

通信自动化系统将体育场馆各种现有通信工具整合为一个完整的通信系统，并对体育场馆通信的对内、对外沟通业务进行有效管理，进而全面提升体育场馆的通信能力。

除此之外，通信自动化系统还具有预约通话、一体化通信管理、文字转语音、他方预约通话等特殊功能。

（一）预约通话

通信自动化系统可以使体育场馆的电话会议、语音通话、语音留言、短信等各种通信手段，通过提前规划，纳入有效的时间管理之中。和以往通信手段最大的差别在于，所有的预约通信行为能够定时自动执行。也就是说，在对通信任务进行预约后，剩余的一切工作都可由通信自动化系统进行接管，在到达设定的预约时间后，自动执行各种预先制定的通信行为，如用户的电话会自动拨通、自动与用户进行语音通话、自动为用户发送短信等，这大大提升了体育场馆通信的效率和通信管理能力。

（二）一体化通信管理

通信自动化系统通过互联网环境，对体育场馆各种现有的通信工具，如手机、座机、小灵通、会议电话等进行整合，将体育场馆现有通信工具整合成一个完整的通信系统，满足电话会议、行政通知、短信、通话等各种通信需求。同时，通信自动化系统将体育场馆的所用通信资费纳入到统一的管理之中，通信资费由体育场馆账户向各子用户账户进行分配，各子用户



的全部通话，都会在通信自动化系统中留下详细记录。

（三）文字转语音

文字转语音技术是通信自动化系统的一项特殊功能，通信自动化系统可识别汉字、标点以及常用的英文单词，自动转化为语音留言向用户发送。用户可以“听”到事先“写”入的每一个字，在对用户通知、定期回访的时候，通过语音留言，避免了直接沟通的尴尬，同时体现了体育场馆管理的规范。

（四）他方预约通话

他方预约通话，是通过用户事先预约，通话定时自动发生，完全不需要任何动作，就可以开始通话。他方预约通话功能可以满足体育场馆营运中，用户预约业务往复翻阅电话簿的尴尬，是为用户提供的一项便捷服务功能。

三、通信自动化系统的维护

对于通信自动化系统进行硬、软件设备的管理和维护，做好技术管理，不仅能确保系统设备的安全可靠运行，而且可以弥补因研制设计时考虑不周而造成的缺陷。

（一）硬件维护

硬件维护主要是对各种设备进行经常性的维护管理，主要

包括：定期检查测试、及时维护、准确记录使用情况和各种数据、建立健全技术资料档案等。硬件维护应以预防为主，按照日常维护和集中整修相结合的原则，在使用维护中不断地总结经验，改进管理方法，提高管理质量，使系统始终能够处于良好的工作状态。

（二）软件维护

通信自动化管理系统的运行维护，主要包括系统维护记录、软件修改文档等。维护工作中应特别注意系统安全情况，禁止无关人员使用通信自动化主机，定期使用功能完备的查杀病毒软件，对系统进行清理，并及时做好系统数据的备份工作。

（三）机房管理

（1）程控交换机和通信服务器以及通信设备，不得自行配置或更换；保持机房温度、湿度在规定范围；无关人员未经批准严禁进入机房。

（2）建立机房登记制度，对通信网络的运行，建立档案；未发生故障或故障隐患时，当班人员不可对中继、光纤、网线及各种设备进行任何调试，对所发生的故障、处理过程和结果等做好详细登记。

（3）管理人员应注重系统安全工作，服务器的各种账号严格保密并监控网络上的数据流，从中检测出攻击的行为并给予响应和处理。做好各个设备的文档保存工作，统一管理通信设备，完整保存计算机及其相关设备的控制程序、保修卡及重要



随机文件。

(4) 通信设备中，计算机及其相关设备的报废，需经过管理部门或专职人员鉴定，确认不符合使用要求后方可申请报废。

第二节　体育场馆电视转播系统

现代化的体育场馆均应设置电视转播设备，电视转播系统一般采用现场实时转播形式，前端的摄像机由转播导演在比赛前临时布置。电视转播系统（图 139）主要分为电视转播机房、电视转播控制室和评论员室。在电视转播过程中，各摄像点位和现场评论员席将电视信号评论和现场信号送至电

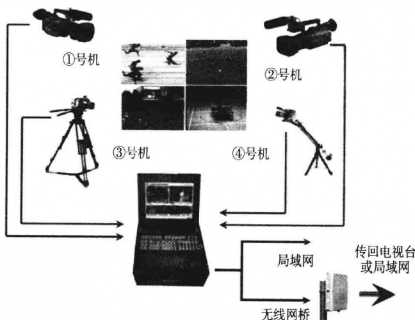


图139　电视转播系统

视转播机房，经导演编辑后，送到转播机房的光缆接口或通过无线网络传输至电视台，然后向省台、中央台转发或直接在本地电视台中播出。电视转播系统是一种完整运行的演播中心，随着电视设备的小型化、轻量化，新的电视设备层出不穷，电视转播系统具有现场直播、静场录像、后期剪辑和具备有慢动作重放、实时字幕、三维特技效果以及数码录音等多种功能。

一、电视转播基本原理

电视转播系统主要由视频信号采集、导演编辑及配音和电视信号的发送系统三个部分组成。发送系统主要包括信号处理与发射设备。

在体育场馆电视转播中，电视信号源主要有三种：

（一）电视摄像机

电视摄像机采集比赛现场画面，将活动图像直接转变为电视图信号。

（二）文字编辑器

文字编辑器能将文字、图文（包括透明和不透明的幻灯片）以及电影转变成电视图像信号，可以用来插播字幕、静止图像和放映电视电影。



(三) 其他电视信号

其他电视信号包括，电视测试器、录像机、实况转播车、转发卫星、微波中继站等提供的各种电视信号。

如图 140 所示，将上述各种电视信号送到计算机控制系统中的导演台，节目导演通过视频信号切换开关选出所需要的一种或几种电视信号，通过线路放大器进行放大和处理后，再由图像发射机将电视图像信号进行调制与放大，形成高频电视信号后，送到电视发射天线，以电磁波的形式发射到空中。与此同时，准备接收转播信号的各地电视台，从接收天线上将电视节目信号接收后，再经过进一步的处理，通过有线或无线的形式，将电视节目传输到各个家庭，电视接收机将电视台传过来的高频电视信号，进行一系列与发送系统相反的信号处理与变换，使之变成红、绿、蓝三基色信号，在屏幕上重现出电视图像。

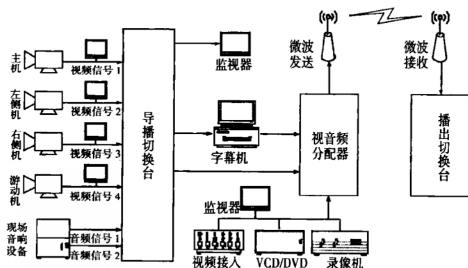


图140　电视转播系统结构

二、电视转播系统的组成

在体育场馆中，电视转播系统主要完成对比赛现场或文艺演出节目的现场直播和转播。电视转播系统主要由硬件设备和软件系统组成。

（一）硬件设备组成

1. 摄像机

摄像机是按照不同的制作要求配备的。根据转播的意图，摄像机安置在现场的不同位置，摄像机输出的电视信号通过电缆送到转播机房中的视频切换器。

2. 视频切换器

视频切换器具有多路电视信号输入和一路以上输出，可以对两路或者两路以上的视频信号进行多层次画面的特技组合，以供导演进行有选择的切换。

3. 微波发射设备

经切换器输出的信号，通过电缆送给架设在制高点上的微波发射机，微波发射机将电视信号调制后，由微波发射天线将电波直接发射给电视播出中心。

4. 录像机

切换输出的信号同样也送给录像机，它可以对节目进行



不间断地录制，并能进行各种现场编辑工作。在体育节目转播中配备的慢动作控制盒，可以遥控录像机进行慢动作重放。

5. 同步机

同步机产生各种定时和基准信号，使各电视设备的扫描系统同步地进行工作。

6. 音响设备

音响设备包括传声器、调音台、录音机、音频插口板、音频分配器等。现场的节目声音由传声器转变成电信号，然后通过音频电缆送到转播机房，再经过音频分配器送给录像机、微波发射机和监听扬声器。

7. 监视系统

每台摄像机都相应地在转播机房配有一台监视器，供导演选择画面和技术人员监视技术质量用。

8. 通话系统

在节目制作的过程中，为了确保导演指挥和各岗位人员协调工作，必须配备专用的有线和无线通话系统。

9. 电源、空调系统

供电系统一般由市电和自带发电机供电，空调系统要确保转播机房以及转播系统的工作条件和设备的稳定。

（二）软件系统组成

电视转播系统逻辑如图141所示。

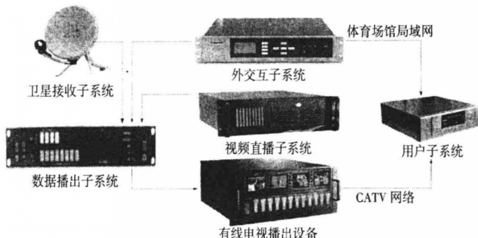


图141　电视转播系统逻辑图

1. 数据播出子系统

数据播出子系统是电视转播系统的一个核心部分，它的主要功能是有效地组织各种信息资源，通过特定的播出设备和软件将资源数据转化为可以在有线电视网上广播的信息，并且把信息送到有线电视播出设备，同时对数据播出实行监控，对系统用户进行管理。数据播出子系统的主要设备包括数据播出管理网络、播放服务器和多媒体数据广播系统前端调制器。

数据播出管理网络实际上是一个由若干服务器组成的局域网，这些服务器将用于实现资源存储、资源注册、节目单编排、系统监控、用户管理等功能。同时，数据播出管理网络与



卫星接收子系统等外部网络进行连接，从它们那里获取需要的信息资源。

播放服务器的主要功能是播出数据。它通常配有两个网卡，其中一个接在数据播出管理网络上，用于接收播出指令（即节目单）以及将待播出的资源复制到服务器的本地硬盘。另一个网卡则连接到多媒体数据广播系统前端调制器上用于根据播出指令播出数据，同时进行必要地流量控制。播放服务器的另一个任务则是对播出的数据进行加密，使得数据仅对合法用户开放。

前端调制器完成信号转换工作，它包括四个子信道处理模块和一个信号合成模块。每个子信道处理模块可以提供 2Mbps 的数据带宽，它们分别从相应的播放服务器输入数据并对数据进行调制，信号合成模块则将各子信道的调制信号合成为一个 38Mbps 的中频信号，带宽为一个电视频道（8MHz）。

2. 用户子系统

在电视转播系统中，用户为了接收多媒体广播的数据或者利用体育场馆局域网进行互联网接入，需要配备相应的硬件设备和应用软件，这些硬件、软件就构成用户子系统。

用户子系统包括一台个人计算机和多媒体系统接收软件，通过体育场馆发布的电视转播信号或互联网，就可以实现到有线台的接入。

用户子系统的应用软件主要包括广播数据接收界面、视频接收系统、资源接收地址等。通过这些应用软件，用户可以有选择地接收电视广播数据，并可以根据需要对这些数据进行存储、浏览等。

3. 外交互子系统

外交互子系统提供系统双向接入业务功能，它是单向数据广播业务基础上的一个重要扩展。严格地说，双向接入业务是由外交互子系统、体育场馆局域网和数据播出系统、CATV 网共同支持的，其中前两者构建了数据上行链路，后两者构建了数据下行链路。外交互子系统主要部件包括交换机、访问路由器、分流网关和监控服务器。

4. 视频直播子系统

视频直播子系统通过视频采集模块实时采集视频信号，并将其送入播出系统，从而在体育场馆电视转播系统中实现视频信号的实时转播或直播。视频直播子系统主要由视频信号源和视频直播服务器组成，其中视频信号源用于提供实时视频信号，如摄像机、录像机等。

视频直播服务器内含视频采集卡、视频直播控制程序、时钟卡等，用于根据用户的时间设置对视频信号进行 MPEG 编码，并将 MPEG 码流送往播出子系统。

5. 卫星接收子系统

卫星接收子系统接收来自卫星信道的各种信息资源，并将接收到的数据送到播放服务器，通过播放服务器转播到有线电视网上。卫星接收子系统需要配置卫星接收天线、卫星高频头、卫星接收机或卫星接收卡等设备。

随着电子技术和计算机技术的发展，体育场馆电视转播系统和设备日臻完善，功能也日趋强大，越来越多地设备采用微



型计算机控制及全自动化调整，并可通过一个集中控制单元，一次调整多台设备。这些技术的运用，大大增强了电视转播系统制作节目的能力。

三、电视转播中应注意的问题

在体育场馆的电视转播过程中，要真正做到有条不紊、组织有序，并非易事，除了必要的行政管理手段之外，还需在技术措施上加以保证。

（一）信号传输

体育场馆演播室以外临时选定地点的电视现场直播，要依靠同轴电缆、光纤、微波、卫星等通信手段，把电视信号从现场传送回电视台播出。目前，体育场馆电视现场直播一般都运用微波传输手段。由于微波是超高频无线电波，具有直线传输的特点，发射天线和接收天线须在可视范围内，即中间不能有建筑物阻挡，因此，架设微波设备是现场直播前技术准备工作中的首要任务。为了保证信号传输质量，应尽量减少微波接力传输，直播现场的选择最好能保证现场的微波信号直接传送到电视台接收点。

架设微波设备一般都要在楼顶或铁塔等较高建筑物上作业，因此，选择微波设备时，应在考虑传输质量的前提下，尽可能地选用既便于安装、拆卸，又不受天气影响、安全可靠的微波设备。

（二）信号摄取

根据比赛或节目的需要和场景的大小，可以确定用多少台摄像机来摄取视频信号，为了使图像的亮度、色度、色调、信噪比保持基本一致，应选用同型号或同档次的摄像机。

摄像机的视频信号和音响设备的音频信号都是用电缆送到导播切换台的，因此视音频电缆的好坏直接影响视音频信号的质量，应选用屏蔽好、损耗小的视音频电缆线。同时，在确定导播切换台的位置时，应考虑视音频电缆的长度问题，因为电缆越长，信号衰减越大，特别是视频电缆对图像质量的影响尤为明显，应选用质量、频响好的视频线，而且几台摄像机的视频电缆长度应基本保持一致。

（三）灯光、音响系统

直播现场的灯光、音响是电视效果好坏的决定性因素，因此，电视现场直播一定要请专门的灯光、音响技术人员，来设计、安装、调试。首先，要保证现场拍摄区的照度，照度低，拍摄出的图像信噪比低，质量差，因此，要在一定照度保证前提下，考虑现场的灯光艺术效果。其次，既要保证现场内音响效果，又要保证电视现场直播中音频信号传输播出的效果，要根据不同的节目内容，选择采用不同的话筒及话筒分配布局。

（四）电源供给系统

电视现场直播前，要考虑现场电源容量是否足够之外，还



要考虑电源波动及电源干扰问题。电视现场直播信号系统的设备工作电源一定要增设交流稳压器来稳定电压，消除干扰脉冲，防止设备受到损坏和信号受到干扰。所有设备的电源线都用三芯电源插头，保证安全可靠，因为现场内人多，情况复杂，稍有不慎造成设备断电，就会导致直播信号中断。

四、网上直播系统

众所周知，目前无线广播与电视具有传播范围广、覆盖面大的特点，但随着计算机网络技术的发展，利用互联网进行体育比赛的网上直播，正在越来越多地被采用。使用互联网进行网上直播，是体育场馆降低转播费用、扩大影响的另一种方式。

（一）网上直播系统的组成和工作原理

在互联网上进行广播与视频直播统称为直播系统。直播系统需要一定的设备，这些设备主要包括摄像机、云台、云台控制器、话筒、调音台、扩音机、音视频切换控制台、图像监控器、音视频服务器、P2P 服务端软件和一台计算机构成。

摄像机采用彩色一体机安装在云台上，通过云台控制器可以灵活地旋转和移动。音视频服务器是一台集压缩、处理音视频数据的专用设备，由音视频压缩编码器、输入 / 输出通道、音视频接口等构成，主要完成音频、图像数据压缩和流媒体的处理。

如图 142 所示，直播系统工作时，从摄像机取得的图像首先进入监控器，工作人员通过云台控制器控制摄像机的取景和取位。连接有话筒的调音台负责将现场音频信号和麦克风的音频信号混合在一起，一路通过扩音机进行现场广播，另一路送入音视频服务器。与此同时，图像信号和调音台混合音频信号进入音视频切换控制台，控制台的作用就像一个选择开关，可以选择不同摄像机拍摄的现场画面和相应的现场音频信号。将控制台输出的音视频信号连接到音视频服务器上，通过音视频服务器对音视频的压缩编码，最后进入 Web 服务器，经 P2P 服务端软件在互联网上广播体育比赛，互联网用户只要安装 RealOne Player 或者 Media Player，并下载相应的 P2P 插件，就可以聆听比赛声音，观看比赛实况了。

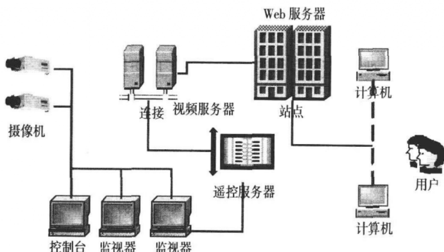


图142　网上直播系统

在传统网络数据传播方式中，一般是把文件由服务器端传送到客户端，例如 FTP、HTTP 等。由于是从一台服务器下载，服务器所提供的带宽是一定的，因而下载人数越多，速度越



慢。随着用户的增多，对带宽的要求也随之增加，用户过多就会造成瓶颈，有时还会使服务器过载停机，所以很多服务器都会限制用户人数和下载速度，这样就给用户造成了诸多的不便。

P2P 系统则不同，用户越多，下载速度反而越快，这主要是 P2P 系统采用了一种不同于传统客户机 / 服务器的方式。如图 143 所示，在 P2P 系统中，每个节点不仅仅是客户机，同时也是服务器，在某一节点接受数据的同时，也在将该节点上的数据传送出去。例如，P2P 系统在工作时，丙用户发布了一个资源，并在其服务端把资源分成了 Z 个部分（Z=N+M），甲在丙的服务器随机下载了第 N 个部分，乙在丙的服务器随机下载了第 M 个部分，此时，甲的 P2P 会根据网络情况到乙的计算机上去下载乙已经下载好的 M 部分，乙的 P2P 也会根据情况到甲的计算机上去下载甲已经下载好的 N 部分，最终，甲和乙用户都得到了丙用户的上传资源。这种节点之间的数据互传，不但减轻了源服务器端的负荷，也加快了用户（甲、乙）的下载速度，效率也提高了，所以说用的人越多，数据传送得速度也就越快。

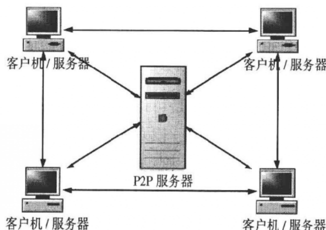


图143　P2P 系统

P2P 播放软件系统由 P2P 服务端软件和客户端软件构成，服务端软件运行在 Web 服务器端，负责提供源数据。客户端软件运行在用户计算机一端，负责接收和转发从服务端传来的数据。一般将 P2P 客户端软件做成插件形式，当用户准备进行 P2P 操作时，浏览器或播放器会自动下载插件，并安装。只有服务器和用户之间都安装了相应的 P2P 软件时，才可以在网络中形成 P2P 环境。

（二）网上直播系统对网络环境的要求

网上直播对网络环境有一定的要求，网络环境包括网络的电气参数和建设指标等内容，一般情况下，主要考虑网络的带宽、网络吞吐量、网络使用的技术限制等因素。

1. 网络的带宽

所谓带宽，是“频带宽度”的简称，原是通信和电子技术中的一个术语，指通信线路或设备所能传送信号的范围。而网络中的带宽，是指在规定时间内从一端流到另一端的信息量，即数据传输率。

带宽是一个非常重要的概念，在网络通信中带宽的实际含义是在给定时间同等条件下，流过特定区域的最大数据位数。虽然它的概念有点抽象，但是可以用比喻来帮助理解带宽的含义。用城市的供水网来比喻，供水管道的直径可以衡量运水的能力，主水管直径可能有 2 米，而到家庭的可能只有 2 厘米。在这个比喻中，水管的直径好比是带宽，水好比是信息量。使用粗管子意味着拥有更宽的带宽，也就是有更大的信息运送能力。网上直播中，由于需要有较高的图形清晰度，数据的传输



量较一般网络应用对网络带宽的要求更高，一般对网络带宽要求不低于 2Mbps。

2. 网络吞吐量

吞吐量是指在规定时间、空间及数据在网络中所走的路径（网络路径）的前提下，进行数据传输时实际获得的带宽值。由于多方面的原因，实际上吞吐量往往比传输介质所标称的最大带宽要小得多。

使用网上直播系统时，应该考虑带宽的理论值，即在给定的条件下，理论上所具备的最大数据传输位数，即网络的速度应与介质所允许的速度相当。同时考虑网络的吞吐量，即用户实际获得的带宽值。当通过网络进行网上直播时，根据公式：预计下载时间=传输数据大小 / 带宽，可以粗略估计网上直播对数据传输所需要的时间。

3. 流量限制

一般来说，任何一个网络管理系统会对网络流量进行一些限制，不可能让用户对服务器和带宽无限制的使用，限制只是对个别资源占用大的用户进行限制，是为了更好的为客户服务，保证服务器的稳定运行。流量限制在网上直播中是有一定要求的，目前比较流行的流量限制方法是对连接数进行限制，以避免人数访问过多，造成打不开直播页面的情况发生。

（三）网上直播过程的组织与管理

网上直播过程的组织与管理是从直播全局出发，根据直播

的特点，按照网上直播的客观规律、要求，统筹考虑直播过程中人员、设备、现场、解说等因素，对网上直播的整个过程作出科学合理的安排，为科学的、成功的完成网上直播提供最优方案。

1. 直播过程的组织机构

网上直播过程按照组织行为学划分为摄像部、导演部、配音部和直播机房（播出部）。导演部担负调度直播全程的领导责任，在它的指挥下，摄像部按照导演部的指令采集现场图像，与此同时，配音部结合播出画面进行现场解说和配音工作。直播机房在直播机构中相对独立，负责对信号进行技术处理，并将信号转换后通过互联网进行播放。

2. 直播过程对播音的要求

直播过程中在话筒和镜头前的播音员，需要强化和提高本身的业务能力。主要从以下几个方面进行要求：

（1）语言。语言是指直播节目中使用的播音语言，特别是比赛稿件的播音语言。语言一定要与稿件要表达的内容吻合。播音语言应是规范化和口语化相结合，必须符合普通话规范的要求。

（2）技巧。技巧主要指语言表达技巧，就是停连、重音、语气、节奏。在播音语言中，要求抑扬顿挫、轻重缓急、低而不蔫、高而不喊、慢而不拖、快而不赶、轻而不弱、重而不板。

（3）吐字。吐字的要求是准确、清晰、流畅。

综上所述，网上直播对播音的要求是尽可能用完美的语言，准确、鲜明、生动地传达直播节目内容的精神实质。



3. 直播机房管理

为确保网上直播设备正常使用和直播节目的安全播出，应对直播机房进行有效地管理，要求制定完善的管理制度。

(1) 直播机房原则上仅供编辑、制作、播出、技术人员操作使用。

(2) 操作人员应熟练掌握操作技能，严格按照技术规范要求操作，要爱护设备，不得拍打、晃动设备、禁止私自搬动，更换设备，拆换连接线。

(3) 设备出现故障不得隐瞒，应及时与技术中心联系，禁止私自拆卸设备。

(4) 禁止使用直播设备做与工作无关的事情，禁止玩计算机游戏。外来软件、磁盘、优盘、光盘一律不得带入机房，未经许可不得在计算机中设置密码。拷贝数据须经技术中心同意，杀毒后方能拷贝。

(5) 保持直播机房整洁卫生，严禁烟火，禁止乱扔纸张、杂物，禁止将零食带入机房，不得将茶水或饮料放置在工作台或设备上。

(6) 工作结束后直播机房设备由机房负责人关闭。

(7) 播出人员在节目播出结束后锁好播出机房的门窗，做好安全工作。

4. 直播过程管理

网络直播是指通过计算机网络将体育比赛现场采集的视音频信号，以及用其他形式保存的信号发送到整个互联网的业务，因此在直播过程中，要求制定严格的直播制度。

(1) 未经领导批准，不得在网络上播出任何与体育比赛无

关的内容。

(2) 现场直播任务下达后，应提前完成所有相关设备的联合测试，并在直播活动开始前30分钟完成现场所有直播设备的调试工作。

(3) 为保证网络直播任务正常完成，应至少准备两套直播方案，并通知直播机房。

(4) 直播内容应录制并至少保存两个月，由直播机房负责资料的保存。

(5) 直播过程中，所有人员必须坚守岗位，各负其责，指定专人负责现场调度与直播调度，未经批准，任何人不得中途停止播出。

(6) 在设备搬运过程中，特别是在带电运行的情况下，应确保人员与设备的安全。

第三节　体育场馆多媒体视频会议系统

多媒体视频会议系统，又称会议电视系统，是指两个或两个以上不同地方的个人或群体，通过传输线路及多媒体设备，将声音、影像及文件资料互传，实现即时且互动的沟通，以实现会议目的的系统设备。视频会议的使用有点像电话，除了能看到与你通话的人并进行语言交流外，还能看到他们的表情和动作，使处于不同地方的人就像在同一房间内沟通。目前，多媒体视频会议系统已经成为大中型综合体育场馆不可或缺的一部分，它是体育建筑智能化建设中高效率、视频化、数字化最直接和最集中的体现。



多媒体视频会议系统按技术实现方式上分为模拟（如利用闭路有线电视系统实现单向视频会议）和数字（通过计算机软硬件和通信技术实现）两种类型。

多媒体视频会议系统传送的是多媒体数据，与普通数据不同，由于声音和动态图像的源信号的数据量较大，无法直接在一般条件的数字线路上传输。同时，基于对实际使用效果的考虑，用户还要求传送的声音、图像信号连续平滑，其他辅助功能使用简捷。因此，要达到这样的效果，系统在声音/图像压缩、通信线路条件等方面必须满足国际电信联盟ITU对于视音频通信及其兼容性的技术规范。适用于多媒体视频会议的标准有H.320协议（用于ISDN上的群视频会议）、H.323协议（用于局域网上的桌面视频会议）、H.324（用于电话网上的视频会议）和H.310（用于ATM和B-ISDN网络上的视频会议）。其中H.323协议成为目前应用最广、最通用的协议标准。

多媒体视频会议系统包含的内容较多，如为召开国际赛事或会议的多通道同声传译系统，基于数字技术、多功能、高音质、数据传输保密可靠的会议系统，多功能演播厅系统等。

近年来，随着“信息高速公路”的建立，多媒体技术的出现与发展，使视频图像的网络传输成为可能，可以通过公众和专用网络包括局域网、城域网、互联网、ISDN、ATM、DDN、PSTN等现有的网络基础设施，以低廉的价格传输数据、视频和音频信号，从而实现更快、更高质量的通信服务的技术。多媒体视频会议系统是一种由多方用户参与，会议过程使用声音、图像、文字、数据等多媒体信息的网上业务，具有实时性和交互性的特点。通过多媒体视频会议系统，身处异地的人们可以进行面对面的会议和讨论，不仅可以听到对方的声音，更可以看到对方的表情、动作，还可以传送相关数据资料。视频

会议对于及时召开工作会议、发布重要信息、节约费用和时间具有重要作用，符合现代社会对通信技术方便、快捷、多媒体、大信息量及交互式的要求。因而，多媒体视频会议系统迅速发展，应用范围也愈加广泛。

现今的信息社会呈现出两个显著的特点：一方面是国际交流日趋广泛，国际竞争日趋激烈，商业活动的各个方面日趋全球化，参与国际竞争、跨国经营已成为大企业的发展方向；另一方面是办公网络化、个人化的要求越来越高，随时随地需要交流。这些特点要求将信息通信网络连接到世界各个角落，提供方便、快捷、丰富多彩的通信手段。而多媒体视频会议系统就是适应这种需求的产品，它把传统会议面对面交流的自然感带给了用户，可以在交流的同时，共享文件、图形、图表，甚至包括存在于个人计算机中的应用程序。因此，用户能更为迅速、准确地把握决策机会，使更多的人加入到重要决策当中，并形成一个更加开放、更加协作的工作环境。因而视频电视会议自然而然地成为体育场馆提供信息资源的重要方式。

一、视频会议系统特点及组成

多媒体视频会议系统是以计算机技术、音视频编解码技术和网络传输管理技术为一体的综合应用系统。通过视音频及文字，多维图片等单独或综合的表现形式和手法，应用于多媒体会议的现场，通过计算机网络，突破了传统的会议概念，使会议室没有了地理上的差异限制，与会者可以在自己的计算机平台上参加多媒体视频会议，从而扩大了会议的影响，更主要的是可以将会议实况完整地保留下来，形成历史资料供后期使



用，大大地提高了会议质量，适应了信息时代的高节奏、高效率的发展需要。

（一）视频会议系统的特点

1. 数字化

系统内部均采用数字信号传输，多数单元设备使用“模/数”转换技术，将音频模拟信号转换成为音频数字信号，甚至包括与会代表使用的话筒也一样。外部模拟设备（如广播、录音、有线或无线的音频设备等）经过音频媒体接口的“模/数”转换，也可以在多媒体视频会议系统中使用。

2. 模块化

对任何层次要求的会议，可以通过各种功能模块的组合，搭配符合要求的系统。对已建立的系统，也可以加入更多的设备功能模块，使多媒体视频会议系统功能进一步得到扩展。

（二）视频会议系统组成

一套完整的视频会议系统通常由视频会议终端、多点控制单元（MCU）、会议管理软件、传输网络以及附属设备五大部分构成。

1. 视频会议终端

通常，视频会议终端主要有三种：桌面型、机顶盒型、会议室型。桌面型终端一般由个人计算机与高质量的摄像机

（内置或外置）、ISDN卡或网卡和视频会议软件组成。机顶盒型终端则以简洁著称，在一个集成单元内，包含了所有的硬件和软件，放置于电视机上，安装简便，设备轻巧。而会议室型终端，几乎提供了任何视频会议所需的解决方案，一般安装在一个会议室里，并可以使用各种音像设备，如音响系统、摄像机、文档投影仪、投影机等，主要应用在体育场馆专用会议室。

2. 多点控制单元

多点控制单元也叫多点会议控制器（Multi Control Unit，简称MCU）。多点控制单元是视频会议系统的关键设备，作用相当于一个交换机。它将来自会议各场点的信息，经过同步分离后，抽取出音频、视频和数据，完成相应的视音频混合处理或切换后，将会议各场点所需的各种信息重新组合起来，再送往相应的视频终端设备。

3. 会议管理软件

视频会议系统的管理软件主要完成对视频会议设备的实时控制和管理，并支持各种电子资料，包括Word文档、Excel文档、PPT文档、Flash文档、PDF文档等。还可以提供数据共享功能，如电子白板、文档共享、文件共享、应用共享、协同浏览等，从而使用户深层次的信息交流和工作协同，变得更加方便和全面。

4. 传输网络

传输网络即宽带连接方式，通常有局域网接入、ADSL接入、Cable Modem接入方式和无线接入四种方式。



5. 附属设备

视频会议系统的附属设备一般根据需要进行配置，常用的附属设备主要包括投影仪、监视器 / 电视机、大型扩音器、麦克风、大型摄像机、DVD 播放机、录像机、外部遥控器、写字板、中央控制台、放映机、电子大屏幕等。

二、视频会议系统结构

视频会议系统是通信技术、计算机技术、微电子技术的结合体，它将计算机的交互性、通信的分布性、电视的真实性有机地联系在一起，具有传统会议方式无法比拟的优越性。视频会议系统正越来越广泛的应用在体育场馆中。

如图 144 所示，体育场馆中的视频会议系统一般由中央控制系统、同声传译系统、多媒体投影显示系统、监控联动系统和网络接入系统等组成。

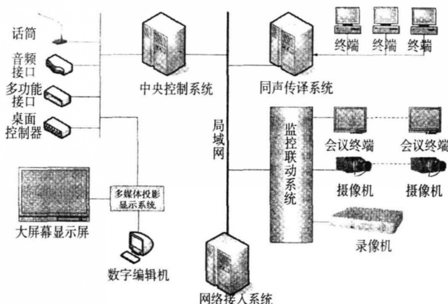


图144　视频会议系统结构

（一）中央控制系统

中央控制系统是整个视频会议系统的核心，通过它可以实现会议的控制和复杂的管理任务。中央控制系统可以直接或通过局域网，对发言设备、同声传译、电子表决、数字音视频通道及数据通道进行控制，其主要功能如下：

（1）对发言设备的控制，包括代表机、主席机、译员台、双音频接口器、多功能连接器等。

（2）对会议的各个扬声器进行自动音频均衡处理。

（3）对话筒进行管理。通过对话筒使用权的管理，限制与会人数和发言的优先顺序。

（4）提供会议表决功能，当会议需要对某一事项进行表决时，用户可操纵发言设备进行投票，经中央控制系统处理、统计，传输到会议的大屏幕显示屏和会议终端屏幕上。

（5）各种多媒体音视频设备的输入/输出控制。

（二）同声传译系统

同声传译系统通常由传声器设备、译音员设备、语言分配设备及有关控制设备组成，能完成语言的翻译、传输和分配、收听等功能。同声传译系统可以采用有线或无线方式工作，前者利用体育场馆局域网传送声音，具有成本低、保密性强、可靠性高、频带范围宽、寿命长等特点；后者则布局设置简单，不受会议场所的局限，可在会议场所的任何位置安装，但由于无线设备成本较高，保密性较差，总体性能不如前者。



(三) 多媒体投影显示系统

多媒体投影显示系统主要由电视机、监视器、投影机和大屏幕显示屏等组成。通过多媒体投影显示系统可以直观、清晰地向与会者显示数字、文字和图像资料等内容，并可根据需要，实时显示会议过程中的相关信息，包括录像带、计算机和影碟机提供的信号，或来自会场摄像机的信号。这些信号通过中央控制系统的视频分配、切换，最终输出到大屏幕显示屏上。

(四) 监控联动系统

监控联动系统由摄像机、会议终端、硬盘录像机（录像机）等设备组成，可以对会场进行音、视频的采集和录制。监控联动系统一方面可以监视会场内部情况以备后用，另一方面还可以把部分信号通过局域网送到同声传译系统，以提高译员翻译的准确性。监控联动系统中的摄像机具有声像联动功能，可自动追踪会场内正在被使用的话筒，将发言者摄入画面，满足实况转播及同声传译的需求。

(五) 网络接入系统

网络接入系统利用体育场馆中的局域网，连接会场的中央控制系统，实现局域和广域范围的多点视频会议功能，并将网络服务功能融入视频会议功能，使得视频会议增添了电子白板对话、语音传送和数据通信等新的功能。

三、视频会议系统的发展

视频会议系统是伴随计算机技术、网络技术及产生的虚拟办公系统，它可以实时连接不同会场，同时向参会者提供视觉和听觉的分享，使各参会者有“面对面”交流的感觉。随着社会的发展，视频会议系统的应用越来越广泛，同时对视音频质量、数据协作共享、灵活易用性、易管理性的要求也越来越严格。

早期的视频会议系统通常以专用硬件设备的形式构成，包括多点控制单元（MCU）和视频终端，并且彼此之间要用专网进行连接。硬件及专网的高额成本制约了视频会议系统在体育场馆中的应用。

随着计算机处理能力和软件技术的提高，视频会议系统正在开始向软件化方向发展，出现了越来越多基于客户机/服务器模式的视频会议软件产品，引领着视频会议系统从大型体育场馆应用向中小型体育场馆应用拓展，并且这种相对低成本、便捷化的应用正在逐步为大多数中小型体育场馆所接受。

网络视频会议是软件视频会议系统的最新发展，它完全基于互联网，通过互联网最常用的浏览器，支持面向全球的协同工作。网络视频会议自出现以来，正因其极高的性价比、丰富的应用模式而迅速在体育场馆中普及，成为虚拟协同办公的最新应用。



四、视频会议系统的管理

为了规范体育场馆视频会议系统的使用，提高系统运行的稳定性与可靠性，保证视频会议系统正常运行，必须对视频会议系统的使用作出规定，以便为用户提供更好的服务。

(1) 使用视频会议系统时，应由会议主办单位事先向场馆相关管理部门提出申请，申请内容应包括会议名称、会议起止时间、主要议题、参会单位、联系人及联系方式等。若遇特殊情况在说明原因后可紧急申请使用。

(2) 使用视频会议系统的远程接入服务，由接入单位自行组织，但接入单位须在会议前向场馆相关管理部门备案。

(3) 体育场馆相关管理部门负责视频会议申请审核，安排视频会议系统使用，并及时通知主办单位。

(4) 主办单位应在申请审核通过后，拟定会议通知，说明召开视频会议注意事项及调试时间，并及时通知会议接入单位。

(5) 主办单位负责召开视频会议所需资料的搜集和分发。

(6) 体育场馆相关技术人员应根据会议安排和会议资料做好会议准备，检测相关设备，并根据需要同主办单位制定会议导播方案。

(7) 各接入单位收到会议通知后，应提前布置好会场，配合做好系统联调工作，确保网络连接和设备工作正常。

(8) 体育场馆相关技术人员负责视频会议系统的管理、使用与维护，场馆相关管理部门负责会议事项的协调、联络和保障工作。

(9) 接入单位应根据会议通知的要求，确定会议的接入范围。

(10) 体育场馆相关技术人员负责视频会议系统登录密码管理，并对视频会议内容负有保密义务。

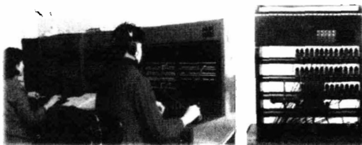
思考题

1. 通信自动化系统具有哪些基本功能?
2. 电视转播系统主要由哪些环节构成?
3. 电视转播系统具有哪些重要功能?
4. 电视转播系统中的主要设备有哪些?
5. 视频会议系统在体育场馆中具有哪些作用?
6. 影响体育场馆应用视频会议系统的主要因素是什么?



第七章　程控交换机在体育场馆中的应用

数字程控交换机系统是现代体育场馆的通信基础，是满足体育场馆对高技术、高性能、高质量通信要求的保障。体育场馆的计算机网络、电视转播和电话系统，都需要使用程控交换机通过电信系统对外通信。程控交换机是体育场馆内部与外部信息交换的枢纽。



第一节　电信交换机的发展过程

在两个（或多个）电话机之间，借助通话电路来实现用户之间通话的接通过程，称为交换。实现电话交换的设备，称为电话交换机。如果只有两部电话，只要一对（两条）电话线就够了。如果有1000部电话，要使其中任两部电话通话，通过排列组合计算，需要499500对电话线路。为了节省电话线路的投资，电话交换就显得十分必要了。只要每部电话都同电话局相连，用户通过电话交换设备实现通话，就能大大减少电话线路的数量。

自1876年美国贝尔发明电话以来，随着社会需求的日益增长和科技水平的不断提高，电话交换技术处于迅速的变革和发展之中。其历程可分为三个阶段：人工交换、机电交换和电子交换。

早在1878年就出现了人工交换机（图145），在交换操作台上，每一对电话线都配备了一个插座，称为塞孔。话务员用两端有插塞的塞绳插入相应的塞孔，接通属于此交换台的任意两个用户间的线路，其振铃、应答、接通和话终拆线等过程均由人工完成。这种借助话务员进行的话务连接方式，其效率是很低的。1893年，步进式交换机问世，它标志着交换技术从人工时代迈入了机电交换时代。这种交换机属于“直接控制”方式，即用户可以通过话机拨号脉冲直接控制步进电机做连接动作，从而自动完成用户间的连接。



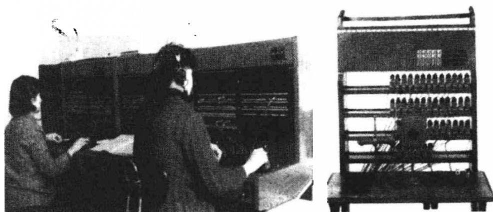


图145　人工交换机

步进式交换机虽然实现了自动连接，但存在着速度慢、效率低、杂音大与机械磨损等严重缺点。直到1938年发明了纵横式交换机才部分解决了上述问题，相对于步进式交换机，纵横式交换机有两方面重要改进：

第一，利用继电器控制的接线阵列代替大幅度动作的步进接线器，从而减少了磨损和杂音，提高了可靠性和连接速度。

第二，由直接控制过渡到间接控制方式，用户的拨号脉冲不再直接控制接线器动作，而先由记数器接收、存储，然后通过驱动继电器，完成用户间的连接。这种间接控制方式将控制部分与话路分开，提高了灵活性和控制效率，加快了连接的速度。

由于纵横式交换机具有一系列优点，因而它在电话交换发展史上占有重要的地位，并得到了广泛的应用，直到现在，世界上相当多国家和我国少数地区的公用电话通信网仍在使用纵横式交换机。

纵横式交换机内部由一组二维阵列继电器组成（图146），阵列的大小由用户数决定。例如，当用户 M1'和 M1 通话时，M1'和 M1 之间的继电器闭合，形成通路。同理，其他用户线路之间都是由矩阵继电器的闭合来完成相互之间连接的。

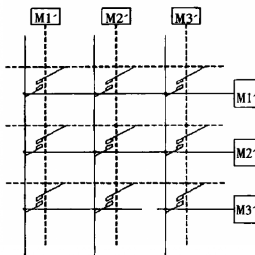


图146　纵横式交换机原理

随着半导体器件和计算机技术的诞生与迅速发展，1965年生产了世界上第一台商用存储过程控制的电子交换机，这一成果标志着电话交换机从机电时代跃入电子时代，使交换技术发生了翻天覆地的变化。由于电子交换机具有体积小、速度快、能提供有效而可靠的服务等优点，一经出现，便得到认可，迅速成为步进式交换机的替代产品。



第二节　电信交换机的分类

电信交换机是时分复用网络进行物理电路交换的一种电信接续交换设备。目前常见的电信交换机有集中控制、分散控制或两者结合等几种形式，从结构上看主要有布线逻辑控制交换机和存储过程控制交换机等类型。

一、布线逻辑控制交换机

布线逻辑控制交换机是通过布线方式实现交换机逻辑控制功能的。这种交换机仍然使用机电接线器，只是将控制部分更新为电子器件，因此也称它为布控半电子式交换机。布控交换机相对于机电交换机来说，虽然在器件与技术上向电子化迈进了一步，但它基本上继承与保留了纵横式交换机布控方式的弊端，体积大、业务与维护功能低、缺乏灵活性，因此它只是机电式向电子式演变历程中的过渡性产物。

二、存储过程控制交换机

所谓存储过程控制交换机就是电子计算机控制的电话交换机。存储过程控制交换机将用户的信息和交换机的控制，维护管理功能预先编成程序，存储到计算机的存储器内，当交换机

工作时，控制部分自动监测用户的状态变化和所拨号码，根据要求执行程序，完成各种交换功能。这种交换机属于全电子型，采用过程控制方式，因此称为存储过程控制交换机，或简称为程控交换机（图147）。

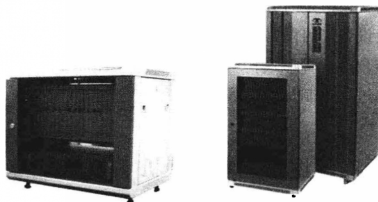


图147　存储过程控制交换机外观

第三节　程控交换机的工作原理及组成

程控交换机是电子计算机技术与电话交换技术相结合的产物，是把各种控制功能、步骤、方法编成程序，放入计算机存储器，利用计算机程序来控制整个交换机工作的电子设备。

一、程控交换机工作原理

程控交换机有空分模拟程控交换机和时分数字程控交换机



两种类型。二者的控制部分都由计算机组成，它包括中央处理器、存贮器、输入/输出设备及驱动电路。二者的区别在话路部分，即交换网路上。

为提高传输信道的利用率，通常采用多路时分复用技术（Multiplex）将若干路信息综合于同一信道进行传送。目前常用的复用方式主要有频分复用（FDM）与时分复用（TDM）两类，它们分别按频率或时间划分信道。

对于频分复用方式，信道的可用频带被分割成若干互不交叠的频段，每路信号的频谱占用其一，以实现多路相加频分复用信号在同一信道中的传输。在接收端，借助适当的解调器与带通滤波器以实现信号频谱的搬移和分割。频分复用方式是一种电信传统技术，目前广泛使用于载波电话通信，有时在程控交换系统中，也利用该方式对用户进行增容。

时分复用方式是将信道按时间进行分割，各路话音信息依一定的次序轮流占用某一信道时段，从而实现信道的多路复用。

空分程控交换机是采用一些机电或电子类的小型继电器组成矩阵形式的交换网路。空分程控交换机工作时，计算机将主叫地址和被叫地址进行编码，形成交换网络的甲端端口地址和乙端端口地址，并由控制部分发出信号控制继电器动作，完成通路连接，如图148所示。

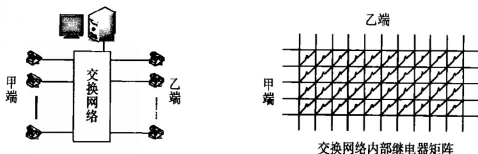


图148　空分程控交换机原理

时分数字程控交换机工作时，先把话音通过编码器进行编码，然后采用时分复用技术将信号送到交换网络，交换网络中的计算机检测信号编码后，根据内存中的交换地址和端口号找到需要通话另一方的交换地址和端口号，在逻辑电路的控制下，将相应端口通道打开，从而实现了交换，如图 149 所示。

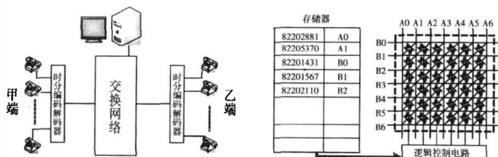


图149　时分数字程控交换机原理

由于时分数字程控交换机可以直接处理、传送和交换数字信息，与空分程控交换机相比，抗干扰性强，线路利用率高，便于加密，适于信号处理和控制，有利于实现数字交换与数字传输的直接联接。

二、程控交换机组成

程控交换机由硬件与软件两部分组成。

（一）程控交换机硬件组成

程控交换机的硬件一般采用分散式模块化结构，可分为话



路系统和中央控制系统两大部分。话路系统主要由用户电路、中继电路、交换网络、收发码器、信号音部件、用户扫描器、中继扫描器、网络驱动器、继电器驱动等组成。中央控制系统主要由中央处理器、存储器、输入/输出设备等组成。

如图150所示，当用户摘机时，扫描器识别到用户摘机，将摘机信息送到中央处理器，由中央处理器驱动信号音与用户连接，用户听拨号音，用户拨号信息（脉冲或双音频）由扫描器（或收号器）识别并送中央处理器分析处理，若被叫空闲，则主叫预占一交换网络话路，同时给被叫振铃，被叫听振铃摘机，处理机将主叫预占的话路与被叫接通，于是主被叫可通话。

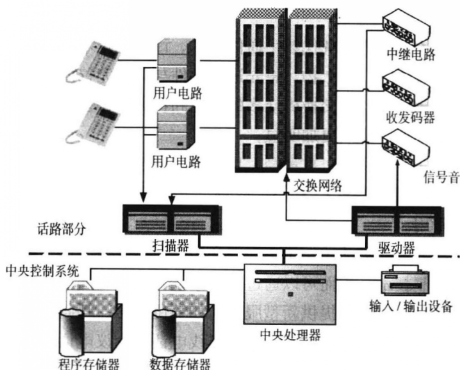


图150 程控交换机硬件结构

(二) 程控交换机软件组成

程控交换机的软件按实时处理要求不同，可分为周期级程序和基本级程序。周期级程序主要包括故障检测程序、用户摘挂机扫描程序、拨号（收号）扫描程序、中继扫描程序、时限处理等程序。周期级程序的执行周期由时间表控制。基本级程序主要包括摘机处理、挂机处理、号码分析处理、新业务处理等程序，基本级程序按循环队列方式执行。

第四节　程控交换机的技术特点与维护

程控交换机是现代数字通信技术、计算机技术与大规模集成电路有机结合的产物。将先进的硬件与日臻完善的软件集于一体，赋予了程控交换机众多的功能和特点，特别是与机电式交换机相比，优点更加明显：

第一，体积小，重量轻，功耗低。程控交换机一般只有纵横制交换机体积的 1/8～1/4，大大减少了机房占用面积，节省了费用。

第二，能灵活地向用户提供众多的新型服务。由于采用了编程控制技术，因而可以通过软件修改，方便地增加或修改交换机功能，为用户提供新型服务，如缩位拨号、呼叫等待、呼叫传递、呼叫转移、遇忙回叫、热线电话、会议电话，给用户带来很大的方便。

第三，工作稳定可靠，维护方便。程控数字交换机一般采



用大规模集成电路或专用集成电路，采用冗余技术或故障自动诊断技术，可以很好提高系统的可靠性。

除此之外，借助故障诊断程序对故障自动进行检测和定位，及时发现、排除故障，减少维护工作量，也是程控数字交换机的特点。程控交换机的管理和维护具体分为机房的管理及维护、设备的管理及维护两个方面。

一、机房的管理和维护

机房管理和维护的主要内容有：电气环境、温湿度、防尘、防火、防鼠等方面。

（一）电气环境要求

电气环境的要求主要是指防静电要求和防电磁干扰等。

1. 防静电要求

程控交换机内部电路采用了大量的 MOS、CMOS 半导体器件，这类器件对静电的敏感范围为 25 ~ 1000V。在机房中，由静电产生的电压往往高达数千伏甚至上万伏，这样高的静电电压足以击穿各种类型的半导体器件。因此，由静电引起的故障可以涉及到交换机的各个部位，严重时还可造成交换机整个系统的瘫痪。有鉴于此，程控交换机机房应铺设抗静电活动地板，地板支架要可靠接地，墙壁也应做防静电处理，机房内不可铺设化纤类地毯。工作人员进入机房内要穿防静电服装和防静电鞋，避免穿着化纤类服装进入机房。交换机

柜门平常应关闭，工作人员在机房内搬动设备和拿取备件时动作要轻，并尽量减少在机房内来回走动的次数，以免物体间运动摩擦产生静电。

2. 防电磁干扰

程控交换机临近用电设备产生的电磁辐射和其他电场干扰，对程控交换机的硬件和软件都有可能造成损害，程控交换机本身产生的电磁辐射，也会对临近的电子设备产生影响。因此，程控交换机设备在安装时，应与临近的用电设备保持一定距离，必要时机房应采取屏蔽措施，以避免临近电子设备之间相互产生的干扰。程控交换机的机外布线最好与火线交叉通过，不可回避时，应尽量减少并靠火线的距离。

（二）温湿度要求

程控交换机对机房的温度有着较高的要求，温度偏高，易使机器散热不畅，使电路的工作参数产生漂移，影响交换机的稳定性和可靠性。程控交换机在工作运行期间，机器温度控制在 18～25℃之间较为适宜。湿度对程控用户交换的影响也很大，空气潮湿，易引起设备的金属部件和接插件产生锈蚀，并引起电路板、接插件和布线的绝缘降低，严重时还可造成电路短路，而空气太干燥容易引起静电效应，威胁程控交换机的安全。为了保持程控交换机机房的相对湿度符合标准，可配置加湿器或者抽湿机。加湿器工作时不要离程控交换机太近，且喷雾口不要正对着程控交换机，以防喷出的雾气对交换机有影响。加湿器和抽湿机可根据机房内温度计的显示随时调整。一般说来，机房内的相对湿度保持在 40%～60%范围内较为适宜。



（三）防尘要求

电子器件、金属接插件等部件如果积有灰尘，可引起绝缘降低和接触不良，严重时还会造成电路短路。

（四）防火要求

程控交换机机房必须配备相应的消防灭火的设备，并对机房人员进行设备的使用培训，不能将其当成摆设。

（五）防鼠要求

在程控交换机机房中，需将电缆的进出口用油泥封死，在不同的位置放置一些老鼠粘，定期对其进行检查。

二、设备的管理和维护

程控交换机的管理维护一般分为硬件管理维护和软件管理维护两个部分。

（一）硬件的管理和维护

程控交换机在正常运行工作时，其印刷电路板和插接件等部件是不能随便触动的。因此，维护人员对程控交换机硬件的日常管理和维护主要是除尘保养和技术维护。技术维护则是维

护人员对程控交换机的硬件部分进行日常观察和定期检测。主要工作内容如下：

(1) 定期检测交换机的地线和保安设施，使之符合要求。

(2) 检查维护终端、话务台、计费器等设备的工作状态。

(3) 根据告警信息的提示，及时对可疑部件进行记录，并通知专业人员进行检测和维修。

(4) 根据工作需要调整电路板的位置。

(5) 更换有故障的电路板和部件。

(6) 及时更换打印机的色带和纸张。

(7) 检查交换机的进出线，及时更换老化和破损线。

(8) 及时对终端、计费器、话务台进行软件杀毒，保护主机和系统软件的安全。

对于程控交换机硬件部分的技术维护，应严格按照操作规范和厂家说明书的要求进行。特别是更换电路板时，操作人员应戴“防静电手镯”或手摸机架的金属外壳，待释放掉身上的静电后方可操作。对更换下来的电路板要及时装入专用的防静电塑料袋中。对于电路板的修理，一般需要有专门的检测设备方可进行，可请厂家帮助修理，最好不要贸然拆卸。

(二) 软件的管理和维护

程控交换机的软件管理和维护主要有以下几个内容：

(1) 增删和修改用户数据。

(2) 增删和修改系统数据。

(3) 定期测试用户功能。

(4) 定时运行诊断程序检测其工作状态。

(5) 及时拷贝和打印数据库资料，并做好保管工作。



(6) 配合厂家做好软件远程维护工作。

(7) 做好系统软件的防病毒和杀毒工作。

三、程控交换机的管理和维护

程控交换机运行中出现故障是不可避免的，但出现故障后应当迅速地进行处理，尽快查出故障点，排除故障，这是维护人员应尽的职责。但是要做到这一点，就必须了解程控交换机故障的类型及具备对故障进行分析和处理的能力。为此，需要对程控交换机常见的故障类型及处理方法有一定的了解。

（一）程控交换机的常见故障类型

(1) 电路板损坏。电路板上的元器件受损或基板不良，造成电路板不能正常工作。

(2) 硬件设置不合适。硬件设置是为减少电路板的种类，而在电路板上设置的一组或几组开关，用以定义该电路板的工作状态或在系统中所处位置，如硬件设置不正确，必会导致该电路板工作不正常。

(3) 电路板块类型不合适。硬件更新后，同一名称的电路板块可能有多种不同的型号。在一般情况下，新型号电路板的功能会兼容旧型号电路板的功能，但旧型号电路板的功能不一定能兼容新型号电路板的功能。

(4) 机架、模块的问题。机架、模块用于承载电路板，按其在系统中的位置被分为处理机系统的机架、模块，交换系统的机架、模块和维护管理系统的机架、模块等。有时这些机

架、模块也会出故障。

（5）设备供电的问题。整流器提供的–48V直流电被分配到每一个机架及相关的设备上，机架内的电源分配系统负责向模块供电，而每一模块上的电源电路板，都能根据模块内各电路板所需的电压进行调整，然后配送到每一块电路板上。但在这一过程中，任意环节出现问题，都有可能造成供电的故障。

（6）连接电缆和配线架跳线的问题。连接电缆和配线架的跳线是用来连接模块、机架和设备用的，如果这些连接电缆内的缆芯或跳线发生了短路、断路或虚接，就会形成通信系统的故障。

（7）程序BUG。系统软件程序设计存在着缺陷。

（8）系统数据错误。系统数据，包括软件设置，用于对整个系统进行定义，如系统数据出现错误，也会造成系统全方位的故障，对整个交换机产生影响。

（9）局数据错误。局数据是根据交换局的具体情况而定义的，当局数据出现错误时，也会对整个交换机产生影响。

（10）用户数据错误。用户数据对每一个用户的情况进行定义，如果用户数据被错误设置，出现用户数据错误，会对某个用户产生影响。

（二）故障分析和处理的方法

不同的故障会有不同的表现形式，故障分析的目的就是要通过分析故障现象，找出故障的原因和确定故障的位置，以对故障进行排除。为了使故障分析工作有条不紊和有章可循，需要在故障分析中参照故障分类表的级别，逐步推进。首先是按一级分类，确定是软件故障还是硬件故障，然后根据二级、三



级分类进行递推。各级分类都有很多的测试方法，其中一些常用的测试方法有：

1. 排除法

根据故障现象，罗列出故障发生的可能性，然后逐步排除。在罗列故障可能性的时候，要尽可能全面一些，不要有遗漏。排除可能性时要从简到繁，避免无效劳动。这种方法的逻辑性较强，可以应对各种各样的故障，但缺点是对维护人员的要求较高，要求维护人员对程控交换机有全面深入地了解。

2. 对比法

用本系统正常运行的设备或其他同类交换机正常的设备作基准，对比故障设备和正常设备之间的区别，找出故障所在。这种方法简单易行，对软件故障的排查尤为有利，但缺点是范围有限，特别是一些故障无法找到有效的对比基准。

3. 替换法

用正常的设备去替换有怀疑的设备，这种方法主要用于对硬件设备故障的处理。替换时应注意正常设备的型号、类型及硬件设置是否与欲替换的设备完全相符。

故障的现象是多样的，故障的原因也是多样的，同一故障，可能有多种不同的故障现象，同一故障现象，也可能有多种不同的原因。所以，要求在进行故障分析时，一定要尽可能全面、详尽地了解故障现象和灵活地运用故障分析方法，并做好分析记录，整理和记下每一次故障分析、处理的全过程，以积累经验，不断提高故障处理的水平。

思考题

1. 电信交换机是如何分类的?

2. 程控数字交换机具有哪些特点?

3. 简述话音信号数字化的过程。

4. 在程控交换机的维护中，主要要求有什么？需要特别注意什么?



第八章　体育场馆停车场管理系统

机动车是现代社会的重要交通工具，随着人们生活水平的提高，私人拥有车辆已很普遍，现代大型体育场馆一般都设有汽车停车场，以满足观众停车需要。为了保障车辆安全、方便观众使用和有效地利用停车场，多数体育场馆都需要实施停车的现代化管理，因此体育场馆的停车管理已成为体育场馆综合管理的内容之一。体育场馆停车场管理系统能将车辆按时间、顺序、内外单位、价格等不同因素分门别类管理，给观众提供停车方便。



第一节　体育场馆停车场管理系统

停车场管理系统是将停车场完全置于计算机管理下的高科技机电一体化产品。体育场馆停车场管理系统，利用高度自动化的机电设备对停车场进行安全、有效的管理。由于减少了人工的参与，从而最大限度地减少了人员费用和人为失误造成的损失，进而大大提高了整个停车场的安全性与使用效率。

一、系统工作原理

停车场自动管理系统的控制中枢是管理中心的计算机，它负责对整个系统进行协调与管理，包括设备控制、信息交流与分析、命令发布等。系统可以自成体系实施停车场的管理要求，也可通过局域网与体育场馆中的其他系统相连，集成到一个更大的控制环境中。其基本工作原理如图 151 所示。

在车辆入场时，地感线圈感知车辆进入，车辆的图像、进场时间、卡号等，经入口摄像机、验卡 / 取卡机取得信息后，即时存入计算机，在计算机的控制下，打开起落式电动闸门，允许车辆进入。当车辆出场时，地感线圈感知车辆出库，通过验卡 / 收卡机取得信息后，经计算机调出进场车辆图像和相关信息与出场车辆进行比较，如相同，打开起落式电动闸门，允许车辆出库。



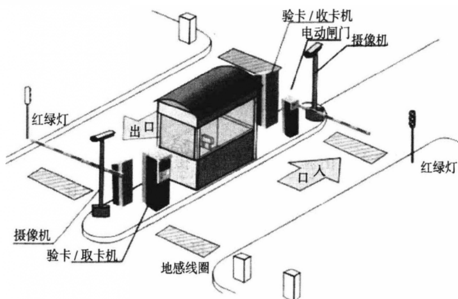


图151　停车场管理系统工作原理

二、停车场管理系统的组成及功能

停车场管理系统主要由车辆入口系统、车辆出口系统、中心管理系统、车位显示系统、防盗系统和监视系统等六部分组成。

（一）车辆入口系统

入口系统主要由验卡/取卡机、对讲分机、摄像机、车辆感应器、车位检测器、入口逻辑控制设备、电动闸门和地感线圈等组成。在车辆进场司机取卡时，车辆检测器感应到车辆进

场信号，通知系统启动入口摄像机，入口摄像机录制车辆图像并连同司机所持的卡证编号一并存入系统数据库。

（二）车辆出口系统

出口系统主要由验卡 / 收卡机、摄像机、对讲分机、出口逻辑控制设备、电动闸门、地感线圈和车辆影像比对系统组成。当车辆出场时，车辆检测器感应到车辆出场信号，提示操作员准备操作，通知系统启动出口摄像机，出口摄像机录制车辆图像后，立即识别车辆车牌编号，与系统中对应卡证编号的相关信息进行比较，相符时，自动计算应交费用，通过收费显示牌显示，提示司机交费；如果不相符则示警，提示收费员根据汽车进场时所拍摄的图像进行人工比对。

（三）中心管理系统

中心管理系统由收费管理计算机、监视器、硬盘录像机、打印机、停车场管理收费机和系统软件组成。具有显示停车场平面图、泊车位的实时占用、出 / 入口开闭状态以及通道封锁信息等功能，便于停车场的管理与调度。

（四）车位显示系统

停车场系统是一个全自动管理系统，它需要实时检测各车位情况，为此在每个车位预先设置了检测器，通过信号处理器送入中心管理系统，经系统分析后，将当前最佳停车位给司机

显示在车位显示屏上，同时车位提示灯开启并闪亮，提示司机在此停车。如果车位检测器检测到车库内已无空缺车位，则车位显示屏显示“车位已满”字样，出票机停止出票，不再允许车辆进入停车场。

(五) 防盗系统

防盗系统是一套在各个车位加装的加密遥控器，它与车位检测器并行工作。当司机入库停好车后，使用加密遥控器为车辆设置密码；当司机准备出库取车时，操作遥控器给车辆解码。如无解码取车，则报警系统工作并联动相关报警器或启动监视系统进行录像，防止车辆被盗。

(六) 监视系统

监视系统由摄像机、控制器、监视器、录像机组成。主要对停车库进行保安监视，确保停车安全可靠。

第二节　体育场馆停车场的管理

体育场馆的停车场管理，除了系统稳定的运行和良好的硬件设施外，还应健全场馆停车场管理制度，才能保证车辆停放安全、管理有序，避免不必要的车辆管理赔偿纠纷。常见的停车场管理制度如下：

一、车辆被损的处理

第一，当发现车辆被碰撞、磨擦造成损坏时，值班人员应记下肇事车辆号码，暂不放其驶出车场，并联系受损车主与肇事车主共同协商解决。

第二，如果车辆被损坏而未被当场发现时，值班人员发现后也要立即通知车主，并报告主管及负责人，共商处理办法。

二、车辆被盗的处理

第一，车辆在停车场被盗后，由上级主管确认后，立即通知车主，协同车主向当地公安机关报案。

第二，事故发生后，投保人（车主、停车场）双方应立即通知保险公司，保管单位要协助车主向保险公司索赔。

第三，值班人员、停车场主管、车主应配合公安机关和保险公司做好调查处理工作。

三、停车场收费管理

体育场馆停车收费要根据各地物价部门核定的标准执行。一般来说，停车场收费的标准与当地经济发展水平、车场档次、所处城市区位密切相关。制定收费标准时应根据当地政府



有关规定、自身情况和周围停车场的收费情况来确定，并报物价部门审核备案。在具体实施时，应严格按标准进行，分清固定车、临时车，日保、月保、年保车，杜绝乱收费和徇私舞弊的行为。

四、清洁卫生管理

体育场馆停车场由于车辆集中、车流量大、空余面积小，易脏、易乱等特点，因此停车场的卫生管理不容忽视。要设专职人员，配备相应的卫生清洁器具与用品，订立专职制度、标准、工作程序，严格规定装、堆、放、清垃圾的要求。除了有定时的清扫清洗之外，还要有巡逻保洁，并做好检查监督工作。

五、消防管理

停车场的消防管理要贯彻“预防为主，防消结合”的方针，立足自防自救，实行严格管理和科学管理。应着重抓好以下工作：

(1) 健全消防组织，明确消防责任。

(2) 制定消防制度，加强消防意识教育。

(3) 完善消防设施，并定期检查，保证百分之百的完好率。

(4) 制订灭火应急方案，组织消防演习。

六、常见停车场管理系统故障及解决办法

体育场馆的停车场除了应当具备完善的照明、排水、通风、消防、防盗等条件外，还需保证各种设备的正常运转，因此对停车场设备的维护与管理是十分重要的。停车场设备常见的故障和维护方法如下：

（一）一个或多个读卡机读卡无反应

(1) 有一个或多个读卡器损坏，应更换损坏的读卡器。

(2) 读卡器连线存在断路，应排除线路断路现象。

（二）车辆过后不落杆

(1) 地感线圈断路，应用耐高温线圈重新埋设地感线圈。

(2) 车辆检测器损坏，应更换车辆检测器。

（三）不能与控制器连接

系统主界面显示“不能与控制器连接”与“正在读取地址（××-××）××……”表示系统正在不断尝试读取指定编号的控制器数据，但在检查完所有串口后发现仍不能与控制器通信。此时应该：

(1) 检查控制器电源是否打开。

(2) 检查连线是否正确连接，线路是否接反。



(3) 检查自动读取功能是否打开，如果没有，则将其打开。

(4) 检查控制器编号是否在自动读取搜索范围之内。

(四) 发卡机故障

系统在使用中若出现发卡机不发卡现象，应首先检查发卡机和取卡按钮接线是否完好，其次检查系统有无地感线圈信号和车辆检测器信号，若地感线圈和车辆检测器信号正常，则应观察发卡机发卡情况，如出卡不通畅，应把卡嘴和发卡机的位置对准。

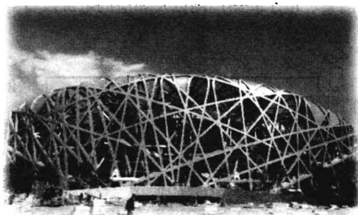
思考题

1. 停车场管理系统由哪些主要设备组成？
2. 简述停车场管理系统的工作过程。
3. 入口管理与出口管理的主要区别是什么？
4. 停车场管理系统在使用时，对管理人员都有哪些要求？
5. 如何解决停车场系统的常见硬件故障？



第九章　体育场馆的门禁及票务管理系统

体育场馆的门禁及票务管理系统是负责体育场馆门票发放和出入身份验证的自动化管理系统。体育场馆的门禁及票务管理系统分别由门禁系统和票务管理系统组成，它们之间在业务关系上相互联系，由票务系统负责制票、售票，门禁系统负责验票、检票。而在系统结构上，它们之间又彼此独立，各成一体。



第一节　体育场馆门禁系统

门禁，即出入口控制，是对出入口通道进行管制的系统，门禁系统是在传统的门锁基础上发展而来的新型现代化出入管理系统。它集自动识别技术和机电设备自动化技术为一体，是解决体育场馆观众通道入口实现快速检票的设备，具有识别电子门票、开/闭通道功能。随着计算机技术、通信技术、信息处理技术的发展，门禁系统已经可以通过计算机网络与其他管理系统相互协作，进而扩展了它的应用范围和使用功能。

一、门禁系统的组成

体育场馆的门禁系统由门禁系统管理计算机、门禁控制器、电子门票、电子验票门闸以及相应的电源设备等几部分组成，如图 152 所示。

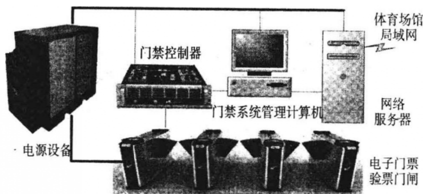


图 152　体育场馆门禁系统组成



（一）门禁系统管理计算机

门禁系统管理计算机能够实现门禁系统的监控、管理、查询等功能。通过局域网，门禁系统计算机可以将通道进入人员数据上报体育场馆办公自动化管理系统，以实现相关信息的分析和统计。

（二）门禁控制器

门禁控制器是门禁系统的核心部分，它负责整个系统的输入/输出信息的处理、储存和控制。门禁控制器验证电子门票验票设备上传信息的有效性，并根据判断结果，对电子门闸发出动作信号。

（三）电子门票

电子门票是一种可被识别、具有存储电子信息和数据能力的新型门票形式。一般体育场馆可以使用条形码式、IC 卡式、指纹识别式、射频卡式等类型的电子门票，其中使用最为广泛的是条形码式电子门票，但由于条形码式门票的识别速度较低，需要专人操作电子门票识别器，目前更多的体育场馆正在逐步采用识别速度更快、识别器无需专人值守的射频卡式电子门票。

（四）电子验票门闸

电子验票门闸是门禁系统的关键设备，用于识别电子门票

或场馆人员持有的特殊证件，通常与电子门闸安装在一起。电子门闸安装在体育场馆检票通道，为观众提供快速通过服务。电子验票门闸主要由主控单元、观众显示器、方向指示器、警示灯和蜂鸣器、通道阻挡装置、电子门票传送/回收装置、维护键盘/移动维护终端接口、电源模块等组成。

（五）电源设备

电源设备是负责整个门禁系统的能源，通常由供电模块和不间断电源（UPS）组成。常态下，由市电为门禁系统供电并向不间断电源充电，出现异常时，自动切换到不间断电源，由不间断电源供电，保证门禁系统的正常使用。

二、门禁系统的功能

体育场馆的门禁系统是实现观众自动验票、检票的重要设备，安装在场馆的观众进入通道处，能够对观众电子门票的有效性进行检查，对持有效门票的观众放行，而对持无效门票的观众予以阻挡并发出警告信息。系统具有的主要功能如下：

（1）具有识别电子门票（单次门票、多次门票）的能力，对观众进入体育场馆进行有效控制。

（2）满足系统正常运行和紧急方式下允许观众自由通行的不同控制要求。

（3）具有进入场馆人数流量记录功能。

（4）阻挡机构采用可靠的检测技术，有效防止观众被夹伤，保证观众通行安全。



(5) 可根据观众流量，方便地设置双向、单向、常开、常闭等通道模式。

(6) 具有脱机工作及数据保存的能力。

(7) 具有通道指示、电子门票信息显示、报警声光提示。

(8) 具备自检测、自诊断、自动报警功能。

(9) 整体模块化设计，维修安装方便。

(10) 具有标准计算机网络接口。

三、门禁系统的管理和维护

体育场馆门禁系统的管理的主要任务就是要保证门禁系统正常运转，保证场馆观众通道的进入安全、畅通。因此，在日常工作中，需要注意以下几项内容：

第一，门禁系统管理属于现场设备管理，主要任务是针对门禁设备工作现场的运行特点，有效地按规程操作设备，保证门禁系统正常运行。管理内容主要包括对监控室、机房、电子验票门闸等进行外表清洁，检查系统是否运行正常，发现问题迅速上报并能对系统及时倒换，简单故障即时排除。

第二，门禁系统属机电一体化设备，技术含量高、维护成本大，需要按照“日常巡检”和“应急抢修”制定完整的维护计划。

第三，系统设备更新换代、重大故障抢修和系统软件升级，应做好完工测试、验收等工作。

第四，制定和完善门禁系统设备管理、维护的各项规章制度。

除此之外，电子验票门闸是体育场馆门禁系统中最容易损

坏的部位，需要特别加强对电子验票门闸的日常保养工作。具体做法是：

(1) 维护人员应先用干净抹布擦拭电子验票口，注意保持电子验票口边框的清洁与平整。

(2) 先打开电子验票门闸设备后门，拉出设备模块，用抹布清除金属传送件、滚轮、传送带以及前框架上的残余物及灰尘，然后松脱识别器固定螺母，将其从基座取出，清洁识别器传感器，完成后装回基座，注意插紧数据连接插头，拧紧固定螺母。

(3) 查看闸机显示屏，确认显示信息良好、无故障代码显示。

(4) 检查闸机的闸杆有无松动，若松动需加以紧固。

(5) 检查电子验票门闸验票口电磁阀挡片的工作性能是否正常。

(6) 清洁设备内、外部灰尘，检查各模块连线和紧固螺栓有无松动。

(7) 维护人员打开电子验票门闸设备顶盖，取测试票检查设备验票功能，使传输机构马达转动，保持该姿势，查看传输机构的皮带张紧轮，确定其压力适中，皮带无松动、打滑现象；然后，检查三杆机构转动时有无晃动和异响；接着，清洁设备内部灰尘，检查各模块接线和紧固螺栓；最后，关闭闸机顶盖，确认设备状态正常，完成所有检修工作。

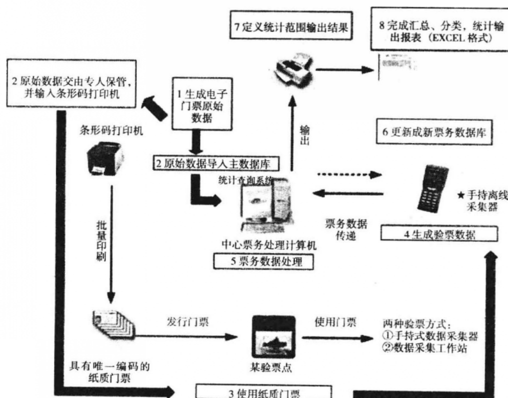
第二节　体育场馆票务管理系统

票务管理系统是体育场馆实施门票发放管理的系统，负责



监控各个售票点的实际售票与收费情况，并将监控结果上报体育场馆运行综合管理系统进行统筹管理。

票务管理系统结构如图 153 所示，售票点与票务管理系统通过局域网连接，并进行实时数据通信。其功能是对售票点的业务进行计算机管理，对本地的售票和退票等数据进行查询统计、营业汇总等处理。票务管理监控系统是整个票务系统的核心，不仅负责与银行、联合售票点、结算中心、票务中心等进行数据通信，还负责完成网络、系统和远程数据备份等管理任务。



注：方框中的编号是示意流程的序号。

图 153　票务管理系统结构

一、票务管理系统功能

(1) 可对体育场馆的座位情况和体育设施使用情况进行虚拟检查，并在显示屏显示虚拟图，给用户选择座位或者选择体育设施提供直观依据（图 154）。

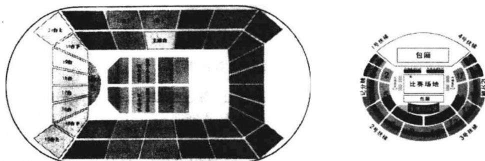


图 154　体育场馆平面布置

(2) 根据出票情况，实时打印票据，票据上有唯一标识的条形码，提高票据防伪度。

(3) 对各售票点的数据进行同步传输，服务器统一快速处理，并实时反馈给各售票点。

(4) 退票过程可根据退票时间和场次等自动决定是否释放资源。

(5) 自动计算每个出票点应收款金额。

(6) 系统根据比赛计划、比赛时间和平时开放场次自动处理票务。

(7) 可对一些特殊用户如会员、团体出票，并能进行用户数据统计。



(8) 提供多种用户付账方式，包括现金、支票、信用卡等。

(9) 用户可以实时查询所需情况，可接受网上票务处理的预定数量。

(10) 用户可以通过网站提交订单，并描述特定需求。

(11) 用户可以在线支付体育消费。

(12) 用户提出订单，服务器将集中处理，并自动形成处理意见，经审核后自动反馈给用户。

(13) 用户的所有在线操作，都受到特殊加密算法保护。

票务管理系统还提供各种预留接口，以便对提供的其他子系统和可选模块进行集成。

二、票务管理系统组成

如图 155 所示，票务管理系统由票务中心、售票系统及验票系统三部分组成。

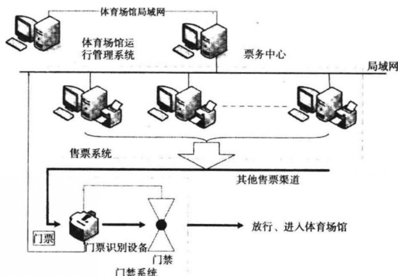


图 155　票务管理系统组成

（一）票务中心

票务中心是整个门禁与票务管理系统的指挥中心，存放所有门票信息和其他相关资料信息，负责整个系统的操作管理，并通过局域网将售票信息上报体育场馆运行综合管理系统。票务中心具有设置、查询、统计、报表打印等功能，它主要负责完成各子系统的参数设置和协调工作，并向售票系统传递系统密码、参数和命令，完成系统的授权。在售票过程中，票务中心采集售票系统的销售数据和门禁系统的验票数据，并进行清算、汇总、分类、统计等工作。

（二）售票系统

体育场馆每个售票处都有多组设置好的工号和相应密码，每个售票员给一个工作号，售票员输入正确的工号及相应密码后，售票机开始工作，各个售票员售出的门票会分别自动记录在售票员的工作号中，售票机将售出门票的信息自动传送到票务中心。

（三）验票系统

票务管理系统的验票系统实际就是门禁系统。验票时，门禁系统会从票务中心数据库记录的信息中判别该门票的真伪，迅速作出正确的指示，有效门票会指令电子门闸放行，发现无效门票时，门禁系统会发出警报声，通知值班员，并禁止入场。电子门票具有超过规定时段自动失效功能，以保证门票只在一定期限内有效。



三、特殊票务管理

在大型体育比赛期间，使用票务管理系统对场馆门票管理的同时，还需注意以下几个方面的内容：

（1）运动员和教练员凭运动员证、教练员证入场，各场馆按规定画出座位并标明类别，特殊场次凭特殊票入场。

（2）记者（文字、摄影）凭组委会新闻宣传部颁发的记者证和专场证件在指定记者区域入座，特殊场次凭特殊票入场。

（3）工作人员凭组委会办公室颁发的有效区域工作证按规定在工作人员区域入座。

（4）观摩席所需赠票比例由组委会办公室根据各项目、各场馆具体情况而定，原则上控制在场馆座位总数的5%～10%，个别场次如因特殊需要，比例可适当提高。

（5）安保人员席位由组委会安保部、各项目竞委会、各场馆和有关安保部门共同确定，安保人员凭组委会安颁发的保部证件入场。

（6）主席台区凭主席台门票、有效区域工作证进入，或由贵宾接待部提出要求，组委会办公室根据各项目、各场馆的具体情况，协商各项目竞委会后统一印发请柬。

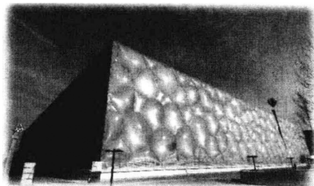
思考题

1. 门禁系统具有哪些主要功能？
2. 简述票务管理系统的功能。
3. 门禁系统与票务系统之间具有哪些联系？



第十章　体育场馆安保系统

安保系统是体育场馆必不可少的部分，它为体育场馆提供了安全监视、侵入报警、出入门控制管理等功能。体育场馆中的安保系统一般由防盗报警系统和保安电子巡更系统组成，其对于体育场馆的安全防范和正常运行有着至关重要的作用。



安保系统是利用各种电子设备对体育场馆进行安全防范的守护系统，现在的安保系统大致分为两类：一类是安防报警系统，它只能作为防盗使用，当有入侵发生时，发出报警声或打电话给值班人员。此类系统最大的不足是没有视频功能，且误报率很高；第二类是监控录像系统，它有强大的视频功能，但是不能自动报警，需要人工进行监控。

安保系统通过闭路电视监控、各类传感器，如主动红外探测器、被动红外探测器、红外 / 微波双探测器、玻璃破碎传感器、振动传感器，以及各类手动和脚动开关等获得体育场馆主要通道、出入口、重要部位及周边的情况进行防范，并采用微机控制矩阵，集中完成视频切换控制、水平 / 俯仰 / 变焦控制及自备检测功能。

安保系统中，出入门控制是对出 / 入门的人员进行识别和选择，即所有人员的出入都得到监控，系统识别人员的身份后，根据所储存的数据决定是否允许其出入。系统将每一项出入都作为一个事件记录存储，根据需要，这些数据可以有选择的输出。整个防范系统组成一个有机的整体，当侵入报警或出入门非授权侵入时，在安保系统接到有关报警信息时，自动启动监视系统，打开报警地点附近的摄像机，并切换到指定监视器上监视，同时打开视频录像机自动记录现场情况，以便查询使用。整个安保系统整体结构，如图 156 所示。



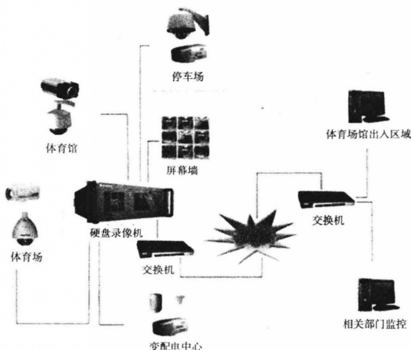


图156　体育场馆安保系统结构

第一节　体育场馆防盗报警监控系统

防盗报警监控系统一般由探测器、区域控制器和报警控制中心计算机等三部分组成。

如图157所示，最底层的是执行设备，负责探测非法闯入等，同时向区域控制器发送信息，区域控制器再向报警控制中心计算机传送所负责区域内的报警情况。控制中心的计算机负责管理整个体育场馆的防盗报警系统，并通过计算机网络受控于体育场馆运行综合管理系统。防盗报警系统主要是对一些不

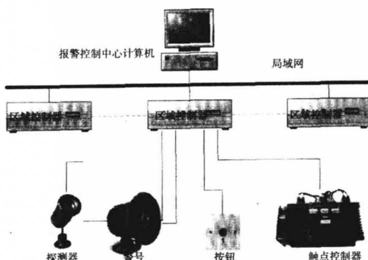


图157 体育场馆防盗报警监控系统组成

允许进入的区域进行设防，加强安全保卫工作，特别是在针对一些特殊部门（如财务）在特定时间的安全监控。

一、对防盗报警系统的要求

体育场馆防盗报警系统的前端设置一般采用报警探测器，通过专用的报警线路，把报警信号上传至主控中心，由控制报警主机发出警示信号（如声、光报警）提示保安出警。针对重要的布防区域，还与闭路电视监控系统形成联动，当报警信号传至主控中心时，电视墙上自动弹出入侵场所的图像，方便保安人员准确出警。系统工作的简单流程表示为：探测器报警→声光报警→显示联动报警画面→录像→出警。



一般探测器有红外、微波等类型，高灵敏度的探测器在获得入侵者信号后，以有线或无线的方式传送到中心控制值班室，特别适用在一些无人值守的位置。

（一）对探测器的要求

（1）探测器在其防范区域内，当入侵发生时不应发生漏报。

（2）在防护区域内，入侵探测器盲区边缘与防护目标的距离不得小于5米。

（3）应设置与探测同步的照明系统，以使探测器启动摄像机的同时开启相应照明系统。

（4）紧急报警装置采用有线或无线方式。紧急报警装置应具有防误触发措施，触发报警后能自锁，复位需采用人工操作方式，无线报警装置的发射机应能在整个防范区域内达到触发报警的要求。

（二）对体育场馆周界防护的要求

体育场馆周界的防护一般采用以下方式：

（1）栅栏与振动传感器组成场馆周界报警防护系统。

（2）场馆砖墙应加装栅栏结构，配置振动、冲击传感器组成的周界报警防护系统。

（3）在场馆内部安装以主动红外入侵探测器、阻挡式微波探测器或地音探测器组成的报警防护系统。

（4）对体育场馆的门、窗安装振动冲击传感器组成的报警防护系统。

（三）对防盗报警系统的要求

体育场馆周界的防护系统在入侵发生时，防盗报警系统应具有下列功能：

（1）计算机屏幕上显示全部周界模拟地形图，并以声、光显示报警具体地理位置，具体位置可进行局部地形放大，直到满足监控要求。

（2）通过控制装置在模拟地图板上以声、光报警显示报警的具体位置。

（3）在控制设备上以灯光或其他方式显示周界报警方向和位置。

（4）联动相关摄像机进行实时录像。

（5）周界报警探测器形成的警戒线可以长时间、连续不间断地工作。

防盗报警系统自动完成对探测区域的巡查，当报警时，系统按照预先设定的程序进行处理。如可自动拨通公安部门的电话、自动启动保安设备、自动录音和录像等，同时报警的时间、地点自动存储在计算机的数据库中，以备后用。

二、防盗报警监控系统原理与组成

防盗报警监控系统是安保系统中的一部分，与安保系统网络相连，接受安保系统的控制和管理。当报警探测器发出警报后，报警信号传入防盗报警监控系统。防盗报警监控系统按编程设定发出指令给门禁、报警和网络监控三个子系统。门禁子



系统接获指令后，开启或关闭指定的门闸；报警子系统接获指令后，打开指定的摄像机电源；网络监控子系统接获指令后，调用指定摄像机图像上传至监控管理系统中心监视器，并将相关音频系统同步切换到报警现场。

如图 158 所示，体育场馆的防盗报警监控系统在比赛赛场、重点地区、停车场、观众通道等相关区域设置球形摄像机，并通过网络将视频信号接入视频服务器。视频服务器可以保存和输出清晰细腻的视频画面，运动场馆保安人员可以通过网络远程查看视频，及时发现隐患，快速做出响应，同时可以将监控信号显示在大屏幕显示墙上，便于监控中心值班人员进行实时监视。

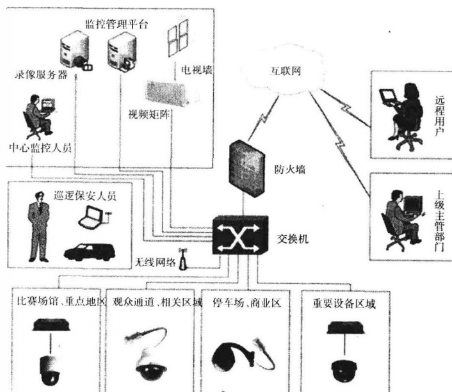


图158　防盗报警监控系统原理与组成

体育场馆的防盗报警监控系统由前端设备、传输网络、监控中心三个部分组成。

（一）前端设备

前端设备主要由信号采集设备、可遥控动作设备、硬盘录像机、网络视频服务器等构成。

1. 信号采集设备

信号采集设备包括视音频信号、报警信号采集及其他模拟采集设备，主要由摄像机、拾音设备、报警器、红外探头、门磁、烟雾传感器等组成，其作用主要是提供如视频、音频、震动、烟雾、非法入侵等其他异常信号以及相关信息的采集。

2. 可遥控动作设备

可遥控动作设备包括电动变焦镜头、全方位云台、室外电控防护罩及射灯开关等其他可控机电设备，这些设备按照防盗报警监控系统发来的遥控指令进行动作。

3. 硬盘录像机

硬盘录像机借助专业压缩算法实现对监控视、音频信号进行记录和回放的设备。

4. 网络视频服务器

网络视频服务器主要实现模拟视、音频信号的数字化和网络传送。模拟视、音频信号经数字化后产生的信号经视、音频压缩器压缩，然后通过设备的网络接口，将低码率的视、音频



编码数据以 IP 包的形式传送给防盗报警监控系统，实现视、音频的远程传输和存储。

信号采集设备是防盗报警监控系统的前沿部分，是整个系统的“眼睛”。它布置在被监视场所的某一位置上，使其视场角能覆盖整个被监视的各个部位。有时，被监视场所面积较大，为了节省摄像机所用的数量，在摄像机上加装电动的（可遥控的）可变焦距（变倍）镜头，使摄像机所能观察的距离更远、更清楚。并把摄像机安装在电动云台上，通过控制台的控制，可以使云台带动摄像机进行水平和垂直方向的转动，从而使摄像机能覆盖的角度、面积更大。

由于信号采集设备是监控系统的最前端，从整个系统来讲，它是系统的原始信号源。从系统噪声计算理论的角度来讲，影响系统噪声的最大因素是系统中的第一级的输出信号信噪比，因此，信号采集设备的好坏以及它产生的信号质量将影响着整个系统的质量。

（二）传输网络

传输网络是监控报警系统的信号通路。一般来说，传输部分单指传输图像信号，但有时也要传输音频信号和控制信号，所以传输部分通常是指所有要传输的信号形成的传输系统的总和。

在防盗报警监控系统中，传输部分主要传输的内容是图像信号，因此要求在图像信号经过传输系统后，不产生明显的噪声、失真（色度信号与亮度信号均不产生明显的失真），保证原始图像信号（从摄像机输出的图像信号）的清晰度和灰度等级没有明显下降，要求传输系统在衰减方面、引入噪声方面、

幅频特性和相频特性方面有良好的性能。

在传输方式上，目前防盗报警监控系统多采用视频基带传输方式。如果摄像机距离控制中心较远，有时也采用射频传输方式或光纤传输方式。对以上这些不同的传输方式，所使用的传输部件及传输线路都有较大的不同，这一点在选择时，应格外注意。

（三）监控中心

监控中心由数据库服务器、管理服务器、流媒体服务器和备用服务器等组成。

1. 数据库服务器

数据库服务器提供系统数据的集中管理服务。主要用于前端设备的流媒体业务。

2. 管理服务器

管理服务器主要负责与数据库交互，为整个监控系统提供业务逻辑控制。其功能包括建立、维护多个前端设备的网络连接。

3. 流媒体服务器

流媒体服务器是流媒体业务平台的服务器，是提供流媒体业务的核心设备，主要负责移动流媒体的录像保存、实时流媒体转发和码流负载均衡控制。

4. 备用服务器

备用服务器在管理服务器或数据库服务器发生意外故障的



时候，能够自动转入服务状态，替代管理服务或者数据库服务。根据数据库服务器、流媒体服务器和管理服务器的架构，可以为每一台服务器都架设一台备用服务器，备用服务器与主服务器组成双机热备份系统。

监控中心是整个防盗报警系统的“心脏”和“大脑”，是实现整个系统功能的指挥中心。监控中心主要由总控制台（有些系统还设有副控制台）组成。总控制台主要功能有：视频信号放大与分配、图像信号的校正与补偿、图像信号的切换、图像信号（包括声音信号）的记录、摄像机及其辅助部件（如镜头、云台、防护罩等）的控制等。

在上述的各部分中，对图像质量影响最大的是放大与分配、校正与补偿、图像信号的切换三部分，对于一些距离监控中心很近的信号采集设备，在总控制台中往往不设校正与补偿部分，但对某些距离较远的信号采集设备，由于传输线路的影响，图像信号往往其幅频特性（由于不同频率成分到达总控制台时，衰减是不同的，因而造成图像信号不同频率成分的幅度不同）、相频特性（不同频率的图像信号通过传输网络后产生的相移不同）无法绝对保证信号质量，所以在控制台上要对传输过来的图像信号进行幅频和相频的校正与补偿。校正与补偿后的图像信号，经过分配和放大，进入视频切换部分，然后送到监视器上。

监控中心能对整个系统中的摄像机、镜头、云台、防护罩等进行遥控，以完成对被监视场所全面、详细地监视或跟踪监视。在监控中心的总控制台上设有的硬盘录像机，可以随时把发生的情况记录下来，以便事后备查。目前，有些控制台上设有“多画面分割器”，如四画面、九画面、十六画面等，通过这个设备，可以在一台监视器上同时显示出四个、九个、十六

个摄像机送来的各个被监视场所的画面，并用一台硬盘录像机进行记录。

三、防盗报警监控系统的管理与维护

体育场馆的防盗报警监控系统往往 24 小时开机运行，运行时间长，除了系统稳定的运行和良好的硬件设施外，还应注重对防盗系统的维护，保证防盗报警监控系统的正常运行。

(1) 系统启动前须先检查，避免因接触不良而烧坏配件。检查方法是：晃动主机以检查内部是否有松脱的现象；从主机后面检查各插卡是否有歪斜导致接触不良的现象；电压选择开关是否设置在 220 伏的位置，并与供电电压匹配；若有异常，请不要通电，立即通知技术人员，听取处理意见。

(2) 系统主机后板有很多插针式接口，连接前检查插针是否歪斜，避免损伤接口。

(3) 保证接口匹配良好，如音频、视频接头与插座匹配不良，应先更换接头。

(4) 系统主机为插卡结构，连接外部设备时不得硬推和硬拉，避免造成接触不良。

(5) 防盗报警监控系统工作时，不要拖动主机位置。

(6) 检查在线式不间断电源 (UPS)，避免停电造成系统信息丢失或设备损坏。

(7) 按正确程序关机，不得用关电源方式关机，避免造成系统损坏。

(8) 系统主机专人专用，定时对系统及数据进行备份和维护，将故障可能造成的损失降到最低。



(9) 长期不间断运行系统时，建议每周关机几分钟，然后重新启动运行。

(10) 硬盘录像机为监控专用，不要作为普通计算机存储数据使用。

第二节　体育场馆保安电子巡更系统

巡更是自古以来维持社会治安的一种有效手段。体育场馆出入口多，进出人员复杂，为了维护体育场馆的安全，必须有专人负责安全巡逻，重要的地方还需设置巡更站，定时进行巡更。体育场馆的巡更系统是一个由微机管理的应用微电子技术的系统，它是体育场馆安全体系的组成部分之一，主要用于管理保安人员巡更作业，使巡更管理更趋科学化。

一、保安电子巡更系统组成

如图 159 所示，巡更站的数量和位置由体育场馆的具体情况而定，一般有几十个点以上，巡更站多安装于体育场馆的重要位置。巡更员按规定时间和路线到达（不能迟到，更不能绕道）每个巡更站，通过巡更设备，向保安电子巡更系统报到。管理者通过显示装置了解巡更实况，根据需要自由设置巡更班次、时间间隔、线路走向。巡更人员在规定时间到达指定地点进行巡更操作，即可达到巡更签到的目的。



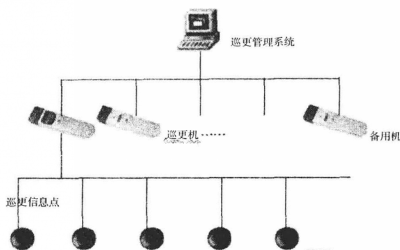


图159 保安电子巡更系统组成

保安电子巡更系统一般包括控制器、感应器、感应卡、制卡机、接口转换器、传输设备、系统管理软件和通信软件等。

保安电子巡更系统结构由实时控制和信息管理两部分组成。通常，将传统的RS-485网络作为实时控制设备、数据采集设备之间的通信连接，而各分系统的工作站和上位机主要完成信息管理任务，则采用局域网连接。保安电子巡更系统中的巡更器一般可分为接触式和非接触式两种类型，接触式巡更器有接触插槽和触点，具有使用寿命短，系统难以维护，基础设施投入大等缺点；非接触式巡更器是近几年发展起来的新技术。它将射频识别技术和巡更器结合起来，通过无线方式对巡更器中的信息进行读写。其优点是使用寿命长、应用范围广、操作方便快捷，但也存在成本高、读写设备复杂、易受电磁干扰等缺点。



二、保安电子巡更系统的分类

体育场馆的电子巡更系统主要有在线式电子巡更系统、离线式电子巡更系统、接触式巡更系统和非接触式巡更系统等类型。

(一) 在线式保安电子巡更系统

在线式保安电子巡更系统是在一定的范围内进行综合布线，把巡检器设置在一定的巡检点上，巡更人员只需携带信息钮或信息卡，按布线的范围进行巡逻，管理者只需在中央监控室就可以看到巡更人员所在巡逻路线及到达巡检点的时间。它的缺点是施工量大，成本高，安装传输线路易遭人为破坏，对于建设好的体育场馆再配置在线式巡更系统更显困难，也容易受温度、湿度、布线范围的影响，安装维护比较麻烦。

(二) 离线式保安电子巡更系统

离线式保安电子巡更系统无需布线，只要将巡检点安装在巡逻位置上，巡逻人员手持巡更器到每一个巡检点采集信息后，将信息通过传输器传输给计算机，就可以显示整个巡逻过程（图 160)。相对于在线式保安电子巡更系统，离线式保安电子巡更系统的缺点是不能实时管理，其优点主要在于安装简单、无需布线、性能可靠，且不受温度、湿度、范围的影响，系统扩容、线路变更、系统维护都较为方便，适用于任何巡逻或值班巡视领域。

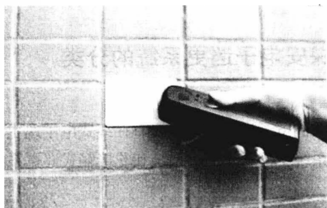


图160　离线式保安电子巡更系统

（三）接触式保安电子巡更系统

接触式保安电子巡更系统工作时，巡更人员手持巡更器到各指定的巡检点，将巡检器中的信息通过巡检点阅读器传送到巡更系统，巡更系统记录各个检测点的位置、巡更人员与巡检器接触时间、巡更人员姓名等信息。

如图 161 所示，接触式巡检器分为显示 / 非显示型，它们的功能相同，区别在于显示型巡检器在读取信息时，可通过巡检器上的显示窗口让巡更人员准确、及时地看到巡逻的时间和次数。



图161　接触式巡检器



(四) 非接触式安保电子巡更系统

非接触式安保电子巡更系统利用感应技术，无需接触巡检器，即可在一定的范围内读取信息。它自带显示屏，可以查看到当前存储的信息以及巡更人员记录，事件记录。不足之处是易受强电磁干扰，不适应在恶劣环境下持续工作（图 162）。

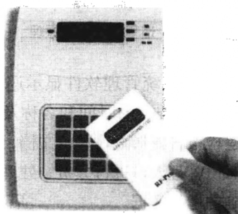


图162　非接触式安保电子巡更系统

三、巡更系统工作原理

如图 163 所示，将一系列具有不同编码的电子标签事先安装在被巡检的设备或线路的对应巡更点上，并将各电子标签编码信息贮存到计算机系统中。在巡更过程中，巡更人员走到巡检点，通过巡更器、按钮、刷卡等手段，将巡更信号送入巡更系统，从而将巡更人员到达每个巡检点时间、巡更点动作等信

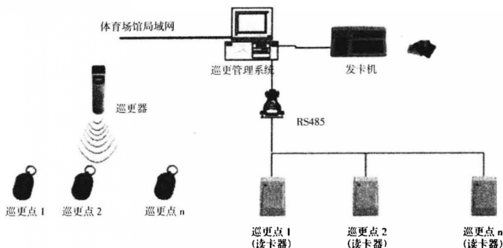


图163　巡更系统工作原理

息记录到系统中，巡更系统管理软件显示巡更人员巡查记录(巡更路线、到达每个巡查点的时间和名称及漏查的巡检点)，并按照要求生成巡检报告或形成计算机文档，真实反映巡更人员巡查情况，随时供管理人员进行分析、处理，给管理人员提供一个科学、准确的考核依据。

四、巡更设备的使用与维护

巡更设备必须经常检查其完好性，并妥善保管。因此在使用中应注意以下几个方面的问题：

(1) 巡更设备不能随意拆卸，否则会损坏巡更设备的电气连接。

(2) 巡更设备不用时不要插在传输器中，这样可延长巡更设备电池的使用寿命。

(3) 读巡更设备时，如果系统提示巡更设备没插好，请把



巡更设备取出再重新插入。

(4) 应先将手按住信息钮后，再完成读取动作，否则有可能造成读出的信息钮数据不准确。

(5) 巡更设备使用一段时间后，如果发现提示声音没有以前响亮，或插入传输器读数据时经常出错，可能是由于电池使用时间太长，需及时更换新电池（注意电池不能装反）。

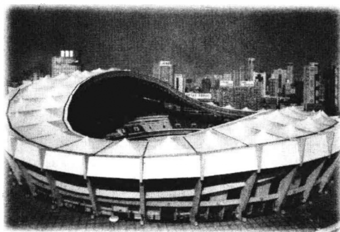
思考题

1. 什么是防盗报警监控系统？
2. 防盗报警监控系统中，采用哪些探测手段进行监测？
3. 防盗监控系统主要布置在体育场馆的什么位置？
4. 什么是保安电子巡更系统？
5. 为什么体育场馆中需要将防盗报警监控系统和保安电子巡更系统配合使用？
6. 防盗监控系统主要布置在体育场馆的什么位置？
7. 保安电子巡更系统是如何分类的？各有什么特点？



第十一章　体育场馆照明控制系统

体育场馆是体育比赛、训练、承接各种群众性大型社会活动（如综艺晚会）的综合场所。比赛、训练和场馆使用的多样性，要求对现场灯光进行控制，并从节电的角度，要求场馆灯光控制系统具有灵活的组合控制功能。



第一节　体育场馆照明控制系统

传统的体育场馆照明控制是以照明配电箱通过手动开关来控制照明灯具的通断，或通过回路中串入控制器，实现远距离控制的，而体育场馆照明控制系统是以中央监控方式，通过继电器来实现区域控制、定时通断等功能的。采用照明监控系统可以使体育场馆照明系统工作在全自动状态，按照预先设定方案，系统可以自动将场馆内无人区域的灯光自动关闭并将有人区域的灯光调至最合适的照度，还可以随意改变场馆内各区域的灯光照度以适应不同比赛与训练的要求，特别是当天气发生变化时，照明控制系统仍可以根据自然光的照度，自动调节场馆内的灯光到最合适的水平。

照明控制系统结构如图 164 所示，主要由三部分组成：

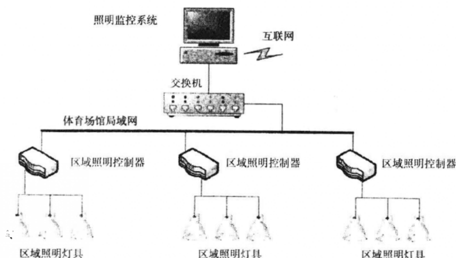


图164　体育场馆照明控制系统结构



第一，区域照明控制器。区域照明控制器通过控制器及相应的传感/执行器对体育场馆不同区域的灯光实施控制。

第二，网络通信。网络通信采用TCP/IP协议，通过局域网完成照明监控系统与区域照明控制器之间的数据传输。

第三，照明监控系统。照明监控系统实时控制体育场馆不同区域灯光的运行状态并实施智能管理。

照明控制系统工作时，对体育场馆所有灯光进行实时动态管理和同步显示，操作人员可以通过计算机控制场馆灯光的开/闭，也可以通过手动方式进行操作。当现场灯光设备出现异常情况如灯具损坏时，系统自动启动声光报警，通知值班人员，并通过照明监控系统进行记录。

一、照明系统的控制

体育场馆照明控制主要体现对灯光照度和色彩的控制方面。

控制照明灯光照度的方法通常有机械加减和电气控制两种方法，机械加减法通过控制点亮灯具的数量，来达到发光总强度的增大或减弱；而电气控制法则使用各种不同的调光器，改变灯具的工作电压或电流，从而调整灯具的发光强度。机械加减和电气控制两种方法各有其特点，机械加减法的优点在于不会影响色温，但调整不够方便，电气控制法则操作简单，能实现自动和程控操作，其缺点是在改变发光强度的同时，色温和显色性有较大变化。

从灯光的电气控制原理来说，机械加减法采用开关控制设备实现，电气控制法采用调光控制设备实现。

（一）开关控制设备

开关控制设备是指控制照明电路的通断，即控制灯具点燃和熄灭的各种开关，包括刀开关、接触器和空气开关等。采用扳动开关（或称船形开关）或空气开关来控制灯光的通断，是体育场馆中最常见的手动（人工）开关控制设备，但由于体育场馆大功率灯具较多，又因空气开关具备良好的保护功能，所以一般使用空气开关对体育场馆大功率灯具进行通断控制。

随着体育场馆的多功能化，灯光需要表现丰富多彩的艺术效果，因此，除了使用手动操作的开关设备外，有时还会用到声控、程控和计算机控制的多种带有特殊功能的开关控制设备。

（二）调光控制设备

调光控制设备改变通过灯具的电流或电压的大小，以调节灯具的发光亮度。按调光方法来分，主要有变阻器调光、自耦变压器调光、饱和扼流圈调光、磁放大调光和可控硅调光等几种。与之相对应的变阻器调光器、自耦变压器调光器、饱和扼流圈调光器、磁放大调光器都具有体积大、重量大、功耗大等缺点，因此，目前广泛使用的是可控硅调光器。

二、照明控制系统的组成

体育场馆照明控制系统为数字式照明管理系统，它由系统单元、输入单元和输出单元三部分组成。除电源设备外，每一



单元设置唯一的单元地址，并用软件设定其功能，并通过输出单元来控制各负载回路，各单元功能如下：

（一）系统单元

系统单元用于提供工作电源、系统时钟及各种系统的接口。系统单元与区域照明控制器之间通过网络连接，对场馆区域实现统一的管理和信号采样，各区域照明控制器则在系统单元的指挥下，实现对各自管辖区灯具的具体控制。

（二）输入单元

输入单元用于将外部状态、照度信号（如可编程多功能开关、红外线接收开关、红外线遥控器等）变换成数据，通过网络上传至系统单元，供系统单元使用。各功能传感器（如红外线传感器、照度传感器等）构成了输入单元的输入设备，负责对灯具周围环境的检测。

（三）输出单元

输出单元通过网络连接区域照明控制器，它是系统单元的执行设备。输出单元由模拟输出单元、照明灯具调光数字接口、红外输出结构等组成。

体育场馆照明控制系统采用集中管理、分散控制的方法，通过网络将管理命令与场馆中各照明区域控制器进行通信联络，同时接收来自照明区域控制器采集的有关状态，并可在异常情况下，主动采取处理措施，完成对体育场馆照明的智能控制。

三、照明控制系统的功能

体育场馆的照明控制系统不同于一般的照明控制系统，其主要功能和特点如下：

(1) 系统设有中央监控装置，对整个系统实施中央监控，以便随时调节照明的现场效果，例如系统设置开灯方案，并在计算机屏幕上仿真照明灯具的布置情况，显示各灯组的开/关状态。

(2) 具有检测灯具状态、保护灯具功能。

(3) 具有统计灯具启动时间、运行时间、累计时间的功能。

(4) 在供电故障情况下，具有多路配电自动切换和启动应急照明灯组的功能。

(5) 系统设有自动/手动转换开关，以便必要时实施手动操作。

(6) 系统设置与其他系统连接的接口，如体育场馆运行综合管理系统，以提高综合管理水平。

(7) 具有场景预设、照度调节、定时、时序控制及软启动和软关闭的功能。

四、照明控制系统常用的调光方法

在照明控制系统中，改变照明灯光的发光强度，称为调光。调光过程可以是连续的，也可以是步进的，目前体育场馆中对灯具的调光，主要采用电阻调光、调压器调光、可控硅调



光和调频调光等方法。

(一) 电阻调光法

如图 165a 所示，利用和电光源相串联的可变电阻，改变电阻值实现调光。电阻调光法中，调光电阻消耗大量的电能，会产生很大的热量，因而造成能源浪费，所以目前电阻调光法已很少应用。

(二) 调压器调光法

如图 165b 所示，利用调压器来改变电光源的供电电压，可实现对灯具发光强度的调节作用。调压器调光设备具有体积大、重量大的特点，但调压器调光比电阻调光效果要好，不仅调光功率大，而且损耗也比较小，因此，目前还有不少体育场馆依然使用调压器对场馆灯光进行调光控制。

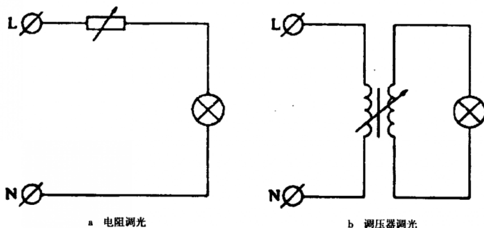


图165　电阻调光与调压器调光原理

(三) 可控硅调光法

可控硅是一种能在电信号的作用下，利用其开关特性，改变供电电压有效值，实现对电光源调光的半导体器件。如图 166a 所示，通过改变可控硅受控端的导通角度，使得灯具上有效电压发生变化，导致灯具发光强度的变化，从而实现了调光控制。可控硅具有体积小、重量轻、功耗低和控制简单等特点，在体育场馆大功率灯具调光中，可控硅调光法得到了广泛地应用。

(四) 调频调光法

调节电光源的供电频率，从而改变镇流器的感抗来实现电光源的调光。在体育场馆中，灯具采用调频调光的应用较为普遍，调频调光法具有调光效果好、调光范围宽和功耗小的特点。如图 166b 所示，在调频调光过程中，随着调光工作频率的变化，引起镇流器电感的变化，进而引起灯具负载工作电流的变化，从而改变了灯具的发光强度，实现了调光控制。

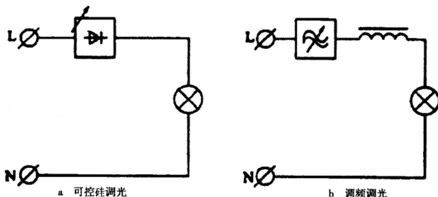


图166 可控硅调光与调频调光原理



第二节　体育场馆照明控制系统的管理与维护

为了保证体育场馆照明控制系统能够正常运行，必须重视对体育场馆照明控制系统的管理和维护，并在日常的管理和维护工作中体现与之规定的内容和要求。

一、体育场馆照明控制系统的管理

（1）体育场馆照明设施应当尽可能使用符合绿色照明技术的电器设备和产品。

（2）对气体放电灯使用无功补偿。

（3）定期清洗照明灯具。

（4）使用高光效灯具，逐步淘汰低光效等不符合节能环保要求的灯具。

（5）督促照明设施维护单位履行合同约定的义务。

（6）监督、检查和验收场馆照明设施的维护质量。

（7）照明灯具工作时其玻璃灯泡、灯管表面温度很高，在发生故障时，容易产生电火花、电弧或局部高温，必须注意由此可能引发的火灾。

（8）照明控制系统中，除了各种照明灯具外，尚需大量的开关、保护器、导线、挂线盒、灯座、灯箱、支架等附件，这些设施长期运行，容易老化损坏，因此需定时检查并及时更换。

(9) 事故照明灯具应设在体育场馆主要出入口、观众座位区、嘉宾座位区、运动员通道、维修通道等地方，以备事故发生时及时方便地启用。

二、体育场馆照明控制系统的维护

(1) 更换灯具时，必须注意灯具的预定电压和工作频率与原有灯具保持一致。

(2) 带有接地的灯具，须经常检查接地情况。

(3) 场馆内使用的灯具，不能移至场馆外使用。

(4) 不得使用超过灯具指定瓦数的灯泡。

(5) 更换灯具时，必须切断电源，保证安全。

(6) 定期检查场馆灯具，以确保不发生异常。

(7) 清洗灯具时，应使用温水或拧干浸肥皂水的布擦洗灯具，不能用酒精、汽油等溶剂进行擦洗。

(8) 场馆屋顶灯具背后的灰尘宜用干布或掸子清扫。

思考题

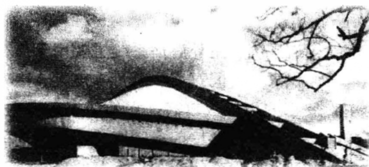
1. 体育场馆采用照明控制系统有何意义?
2. 体育场馆对照明有什么要求?
3. 照明控制系统控制的对象是什么?
4. 体育场馆照明控制有几种类型?
5. 有哪些常用的场馆调光方法?
6. 体育场馆照明控制系统在满足使用的前提下，通过哪些方法，可以达到节能目的?



第十二章　体育场馆广播系统

众所周知，自然声源（如演讲、乐器演奏和演唱等）发出的声音能量十分有限，其声压级随传播距离的增大而迅速衰减。由于环境噪声的影响，使声源的传播距离会变得更短。体育场馆在承担比赛任务或作为文艺演出场所时，需要用电声技术进行扩声，将声源信号放大，提高观众区的声压，保证每位观众能获得适当的声压级，听到清晰的声音。体育场馆广播系统的音响效果不仅与电声系统的综合性能有关，还与建筑声学和现场调音密切相关，高质量的电声综合性能、良好的声音传播条件配合正确的现场调音技术，才能使体育场馆广播系统在传送声音时，达到悦耳、自然的音响效果。

体育场馆广播系统涉及电子技术、电声技术、建声技术和声学艺术等多种学科，应用涉及视频（多媒体投影和摄像系统）、体育场馆照明控制、消防广播和安保等子系统，了解体育场馆广播系统对于从事体育场馆运行管理工作是必不可少的一项内容。



第一节 广播系统分类与工作原理

体育场馆广播系统是专为体育比赛提供背景音乐、广播及消防报警的专业设备。体育场馆广播系统分为有源广播系统和无源广播系统，其工作原理相似或相同。目前体育场馆的广播系统不仅担负体育比赛之用，而且还具有文艺演出、会场播放等功能。

一、广播系统的类型

广义的广播系统包含有源广播系统和无源广播系统两大类：

(1) 有源广播系统。扬声器与话筒处于同一声场内，存在声反馈和房间共振引发的啸叫、失真和振荡现象。要保证系统稳定和正常运行，可用的系统增益应比出现声反馈自激临界增益低 6 分贝。

(2) 无源广播系统。系统中只有磁带机、光盘机等声源，没有话筒，不存在声反馈可能，是有源广播系统的一个特例。

广播系统按用途可分为以下几类：

(1) 室外广播系统。室外广播系统主要用于体育场。它的特点是区域面积大、空间宽广、背景噪声大，声音传播以直达声为主，要求的声压级较高。室外广播系统在使用中，会受到气候条件、风向和环境因素的影响，如果周围有高楼



等声反射物体，有时还会出现回声现象，严重影响声音的清晰度和定位。

(2) 室内广播系统。室内广播系统是目前应用最为广泛的广播系统，它的专业性很强，既能进行语言扩声、又能在各类文艺演出中使用，故对音质和声音的混响系数要求很高。

(3) 流动广播系统。流动广播系统常用在大型场地和大型比赛中，作为临时广播之用。流动扩声系统具有结构紧凑、便于移动、便于安装、可靠性高等特点，并具有自备电源，能很好地适应各种比赛场地环境。

(4) 公共广播系统。公共广播系统主要为体育场馆提供背景音乐以压制环境噪音。近几年来，公共广播系统还与自动消防系统联动，兼做紧急广播之用。公共广播系统的控制功能较多，如选区广播和全呼广播、强制切换和优先广播等，其特点是扬声器负载多而分散、传输线路长，一般都采用定压高阻抗方式输送，声压级要求不太高，音质以中音和中高音为主。

二、广播系统结构与工作原理

一般广播系统的基本组成和结构如图 167 所示。

广播系统把来自话筒、磁带、光盘等原始声音信号通过调音台和音效器的处理，经过反馈抑制器后，使用扩音机将信号输出到扬声器等声响设备。其中，反馈抑制器是一种通过对声音信号进行深度负反馈的设备，可以有效地抑制话筒和扬声器之间产生的啸叫声音。

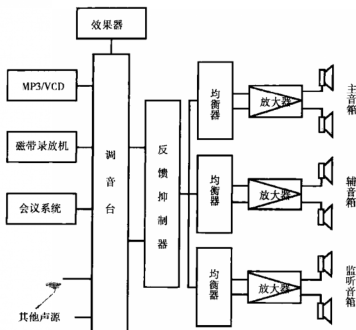


图167　广播系统的基本组成和结构

三、广播系统的主要设备

广播系统通常由声源、调音台（各声源的混合、分配、调音润色）、反馈抑制器、均衡器、功率放大器（扩音机）和扬声器等组成。

（一）调音台

调音台具有对不同频率或频段信号分别进行提升、衰减或切除的功能，以实现加工音色和改进信道传输质量的目的，其外形如图 168 所示。





图168　调音台

其主要功能：

(1) 校正扩声系统产生的频率特性畸变，补偿音频信号中的频率成分。

(2) 校正体育场馆中声学共振产生的频率特性畸变，弥补建筑声学的结构缺陷。

(3) 抑制声反馈，提高传声增益，改善场馆扩声质量。

(4) 修饰和美化音色，提供不同需要的频响特性。

(二) 反馈抑制器

广播系统在使用中，产生啸叫的主要原因是话筒的传声增益过大，话筒和扬声器的距离太近，扬声器的声音经话筒进入广播系统，广播系统通过扬声器再将声音播出，造成声音的循环。反馈抑制器具有频率移相和振幅衰减功能，可以有效地抑制啸叫现象，其外形如图 169 所示。



图169　反馈抑制器

(三) 均衡器

均衡器有时也被叫做压限器。由于广播系统声音重放的信号动态范围受电子设备的限制，远比人耳动态范围要小得多，最低声音的响度受系统设备噪声的限制，有可能被淹没在噪声之中而无法听到，而最大声音的响度受系统线性范围限制，信号会被削减，使声音产生严重的削波失真。均衡器是一种增益随着信号大小而变化的放大器，其作用是对音频信号进行动态范围的压缩或扩展，使信号变化始终保持在设备允许的范围内，从而有效地防止广播系统产生的声音失真和噪声，其外形如图 170 所示。

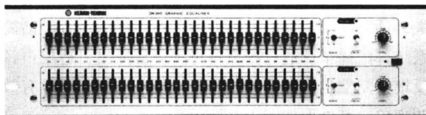


图170　均衡器



(四) 功率放大器

功率放大器也被称作扩音机，是一种能够将声音信号进行功率放大的设备。

(五) 扬声器

扬声器，俗称喇叭，是一种将电能转换成为声能的设备。

四、体育场馆对广播系统的要求

体育场馆广播主要用于人声的广播和音乐广播，体育场馆广播系统应保证达到如下要求：

(1) 观众席有合适的响度。考虑观众席的语言声压级平均为 65 ~ 70 分贝，并兼顾直达声压的动态上限和有观众时的背景噪声。

(2) 功率放大以不产生“自激”（即由声反馈引起的啸叫）并留有一定余量为度。

(3) 声音的高保真。广播系统应具有良好的声音真实感，避免各种信号畸变和失真。

对以语声为主的体育场馆，响度一般不低于 60 ~ 65 方；对于有比较大动态范围的场馆，如体育场等，响度一般不低于 40 ~ 80 方。同时，为了保证正常的听音，信噪比应大于 10 分贝以上。

对于响度的心理感受，一般用单位宋（Sone）来度量，并

定义 1kHz、40 分贝纯音的响度为 1 宋。响度的相对量称为响度级，它表示某响度与基准响度比值的对数值，单位为方(Phon)，即当人耳感到某声音与 1kHz 单一频率的纯音同样响时，该声音声压级的分贝数即为其响度级。

第二节　体育场馆公共广播系统

体育场馆的公共广播系统（Public Audition System），它包括背景音乐和紧急广播功能，平时播放背景音乐或其他节目，出现火灾等紧急事故时，转换为报警广播。

一、公共广播系统的组成

体育场馆中公共广播系统基本可分四个部分：节目源设备、信号放大和处理设备、传输线路、扬声器系统（图 171）。

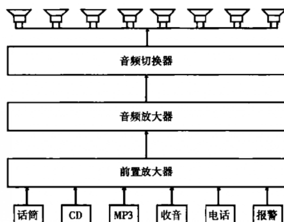


图171　公共广播系统的组成



(一) 节目源设备

节目源通常为无线电广播，CD 唱机、MP3 和电话与消防报警等设备，此外还有传声器、电子乐器等。

(二) 信号放大和处理设备

信号放大和处理设备包括调音台、前置放大器、音频放大器、音频切换器及音效设备等。信号放大和处理设备具有信号放大和信号选择功能，通过调音台或前置放大器（调音台和前置放大器的作用和地位相似，但调音台的功能和性能指标更高），将被选择的音频信号进行前置放大，然后再经音频放大器对音频信号进行功率放大，音频切换器将功率放大器输出与指定区域的扬声器线路连接在一起，最后推动扬声器放声。

(三) 传输线路

传输线路虽然简单，但随着系统和传输方式的不同，要求也不同。对于体育馆，由于功率放大器与扬声器的距离不远，一般采用低阻抗、大电流的直接馈送方式，传输线要求使用喇叭专用传输线。而对于体育场，由于范围大、距离长，为了减少传输线路引起的损耗，往往采用高压传输方式，由于传输电流小、阻抗高，故对传输线要求不高，一般电线均能满足要求。

(四) 扬声器系统

扬声器系统要求和功率放大器输出阻抗匹配，同时其安装位置的选择也要符合体育建筑对建声条件的要求。

二、公共广播系统的功能

体育场馆的公共广播系统不同于场馆扩声系统，公共广播系统提供广泛的声音环境，是基于日常使用的一种广播形式，而扩声系统是为体育场馆举办文艺演出或大型会议提供声音环境的专用系统，两者的作用有着明显的区别，各自独立，不能混淆。

(一) 公共广播与背景音乐

体育场馆公共广播具有宣传、通知、找人、紧急情况下广播疏散和背景音乐等作用，在进行宣传、通知、找人广播时，一般公共广播系统控制扩声系统的声场强度略高于背景音乐，以不影响人们对面讲话为原则。而背景音乐的主要作用是掩盖体育场馆的环境噪声并创造一种轻松和谐的听觉气氛。

(二) 紧急广播

火灾事故广播作为火灾报警与公共广播系统联动，在紧急状态下用以指挥、疏散人群。在体育场馆的公共广播系统中，



要求扩声系统在紧急情况发生时，能达到需要的声场强度，以保证场馆内的人群都能清晰地听到警报、疏导的广播。

三、公共广播系统的类型

公共广播系统是在有限的范围内为公众提供服务的一种日常广播系统。在常规情况下，公共广播信号通过布设在广播服务区内的广播线路传输，是一种单向的（下传的）有线广播。比较常见的公共广播系统有以下几种：

（一）典型系统

一个典型的体育场馆公共广播系统包括系统分区、定时控制、警报和与消防中心联动的接口。平时，系统在可编程定时器的管理下自动运行，并根据预先编制的程序定时启闭有关设备的电源，自动播放背景音乐，按时播放作息时间正点钟声信号。当消防中心向系统发出警报时，通过联动接口强行启动有关设备，强行插入紧急广播。

如图 172 所示，系统可以选择某些有关的分区进行“强插”而不干扰无关分区的正常运行。“火警”是最典型的例子，当火灾处于初发阶段时，只需对火灾区及容易受到影响的邻区发布警报，而不会惊动其他无关区域，以免事故扩大化。

报警矩阵是与消防中心连接的智能化接口，当消防中心发出某分区火警信号时，报警矩阵能根据预编程序的要求，自动地强行开放警报区及其相关邻区的广播线路，以便插入紧急广

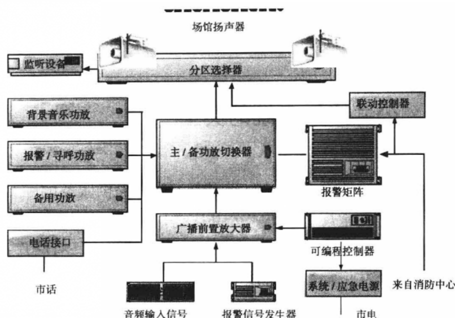


图172　公共广播典型系统的组成

播，而无关的邻区将继续播放背景音乐。在警报启动时，报警信号发生器也被激活，自动向警报区发送警笛或先期固化的语音文件（如指导公众疏散的录音）。如有必要，可用消防话筒实时指挥现场运作，消防话筒具有最高优先权，能抑制包括警笛在内的所有信号。除此之外，公共广播系统还具有寻呼找人功能，其分区寻呼器可以开启由分区选择器管理的任何分区，插入寻呼广播。

电话接口是与公共电话网连接的智能化接口。当有电话呼叫时，能自动摘机，向广播区播放来话，并可以通过电话发布广播。当电话主叫方挂机时，系统亦会自动挂机。电话接口具有线路输入口，可以配接调音台、前置放大器等设备，以便举行电话会议。主 / 备功放切换器可以提高系统的可靠性，当主功放设备故障时能自动切换至备用功放设备。



（二）矩阵公共广播系统

矩阵公共广播系统能够在不同广播分区中播放不同的节目，具有在多路输入情况下有多路的输出选择功能。矩阵公共广播系统的核心是其 I / O 矩阵结构，即每一路输入信号都可与不同的输出设备连接。矩阵的概念引自数学中线性代数的概念，在公共广播系统中，一般指在多路输入的情况下，能够有多路的输出选择。通常，将形成 M×N 的结构称为矩阵，将 M×1 的结构称为切换器或选择器，1×M 的结构称为分配器。矩阵切换器利用芯片内部电路的导通与关闭进行 I / O 的接通与关断，并可通过电平控制完成信号的选择。

如图 173 所示，在矩阵公共广播系统中，矩阵切换器的每一路输入都可以选择多路输出，在大型体育场馆中，为了在不同广播分区中播放不同的节目，使用矩阵公共广播系统将广播信号分配到不同的广播分区中，使场馆不同区域广播不同的内容。

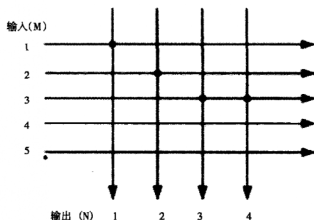


图173　矩阵切换器原理

(三) 智能化广播系统

所谓智能化是指计算机化，实际上是要求把整个公共广播系统全盘置于计算机管理之下。目前，常用的技术是在整个系统中引入高度集成的智能化主机，它包括了常规系统中的矩阵、分区、定时、告警、强插、寻呼、电话、监听、录音、CD 播放等功能（图 174）。智能化广播系统主机是广播系统的重要设备，通常是采用微电脑芯片和配套的接口电路、存储器、控制矩阵等电路组成，具有同步广播、分区广播、分区寻呼、紧急广播等控制功能，可以预编若干个程序，以实现完全无人值守的自动播放功能。

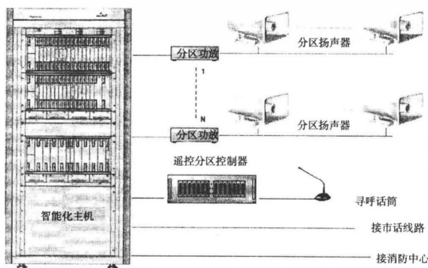


图174　智能化广播系统结构

在智能化广播系统中，数个广播系统之间可以进行互动。图 175 中的子系统 I 和子系统 II 都被当做是主系统的一个分



区，主系统作为远程控制终端对两个子系统进行调度，各系统之间通过场馆局域网进行联络。

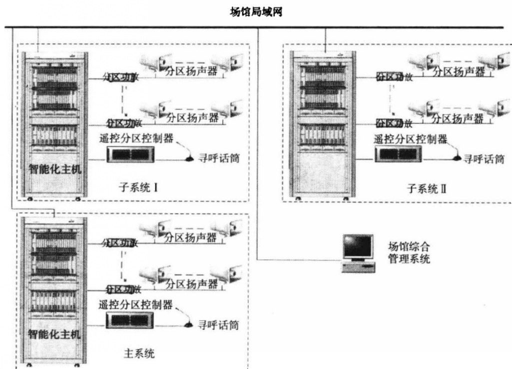


图175　智能化广播系统分区调度原理

(四) 网络化公共广播系统

网络化的公共广播系统是指公共广播系统内部各个设备使用计算机网络连接，各个广播设备相互独立，在计算机系统的统一管理下，通过局域网在各个广播设备之间建立数据连接关系，发挥每一个广播设备功效，减少整个系统设备的冗余，方便实现多点控制与各个设备终端之间的互动。

如图176所示，网络化公共广播系统中各个设备都配有网络接口，并与局域网相连。音源设备由话筒、CD、MP3、电话传声器、报警传声器、MIDI等设备组成，调音设备由调音台、均衡器、效果器、激励器等设备组成，处于不同分区的扬声器单元由带有网络接口的功率放大器和扬声器组成。

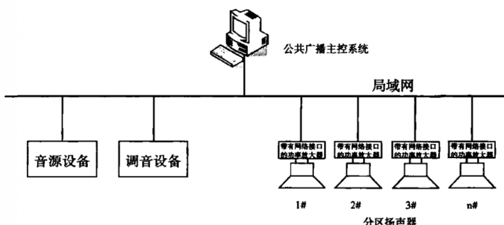


图176 网络化公共广播系统结构

系统中公共广播系统主控中心相当于服务器，每一个设备相当于一个网络客户机。系统工作时，音源设备将信号传送至服务器，在主控中心的控制下，调用调音设备对信号进行加工，依据IP地址把信号传送到相应分区的扬声器单元，扬声器单元在收到信号后进行放声。

网络化公共广播系统中的各种广播设备数量明显少于传统公共广播系统中的广播设备数量，音源、调音和放声之间不再有特定的连接关系，信号的通道也不再唯一，设备可以被重复使用，而且由于采用了对音频模拟信号的数字化处理，克服了



因线路造成的失真影响，使得信号的传输距离不再受到限制。使用网络公共广播系统，各种广播设备被分散布置在网络沿线，不仅便于综合布线、施工安装，而且减少了占用空间，提高了广播设备的效率，使得公共广播设备可以借助网络在更广阔的空间展开和使用。

第三节　体育场馆公共广播管理

大多数体育场馆的公共广播系统主要以满足语言扩声为主，艺术团体在体育场馆进行表演时，一般都自带或租赁广播设备，因此做好与外部广播设备的有效衔接，是场馆管理人员的主要工作。

一、体育场馆公共广播系统工作方式选择

在我国，中小型体育场馆多采用集中式广播方式，大型、超大型体育场馆则采用分布式广播方式。通常，集中式广播方式虽然扬声器数量较少，但由于其扬声器离观众席较远，要求扬声器的声功率较高，容易造成长延时反射问题。采用分布式的广播方式中，扬声器虽能减小受建声环境的影响，但是扬声器数量多，成本相对较高。

选择集中式广播方式还是分布式广播方式主要根据体育场馆的具体特点来确定，特别要根据具体场馆的建声环境，包括场馆空间形状的不同，确定采用集中式还是分布式，长条型和

低矮型的体育场馆，混响时间长或建声条件不好，一般多用分布式广播，而条件较好的体育场馆，为了节约投资，则选择集中式广播方式为宜。

需要特别说明的是在集中式广播方式中，有的体育场馆将扬声器布置在南面大屏幕两侧位置上（主要是国外），在我国就不适宜，国内体育场馆中的主席台往往在西边。如果声音从南面传过来，会让人感觉声音的方向（即声像）不对。此外，对于椭圆形体育场馆，将扬声器布置在南面还会带来长延时反射声问题，椭圆形体育场馆的北侧往往是一个弧形造型，如果北面观众没坐满，声音从南面到北面，则反射声问题会很严重。因此，要求扬声器布置在观众的正前方，使广播声音从观众的前额方向传过来，这是大多数观众都能接受的，而东、西看台的声音通过一定的延时，也可以给人更好的方向感。

二、保证体育场馆公共广播声音的清晰

保证公共广播声音清晰，对于体育场馆而言，前期的建筑声学设计是最重要的。建声设计要在体育场馆设计的初期进行考虑，到后期再考虑就无济于事了。声音的传送是以体育场馆建声条件为基础的，对于在前期没有解决好建声环境的体育场馆，即使广播系统播放的声音再大，整体效果不仅得不到改善，反而越来越差，所以建声环境是体育场馆设计中不能妥协的条件，是实施公共广播的基础。过去许多建设方对建声没有概念，认为建声可能还会影响建筑风格，使得建筑外形特殊，



甚至不好看。但是建声确实重要，必须考虑进去，否则，会为以后的公共广播造成不可弥补的恶果。

三、有效控制体育场馆的“声音溢出”

声音传播不像光的传播，声音还会反射、绕射，会溢出。声音的溢出主要是指体育场馆内的广播声音超出了体育场馆的范围。声音溢出是一种声的污染，必须杜绝这种现象的发生。有研究表明，采用分布式广播，声音溢出并不明显，但采用集中式广播，声音外溢就很严重。但要解决上述问题，还须从建声的角度去做，在场馆设计时充分考虑建声环境，只有这样，才能从根本上保证体育场馆的声音不溢出。

四、体育场馆公共广播系统的选择

体育场馆公共广播系统的选择，一般从音质、音效、功能等几方面进行考虑。国外的公共广播产品可能在性能上要好一点，但是往往价格较高，而国产设备整体造价低，维护费用也不高，相比进口设备有明显优势。对于中、小型的体育场馆，建议采用国产设备，但调音设备可以买好一点的，从而以最少的钱实现最基本的广播功能。

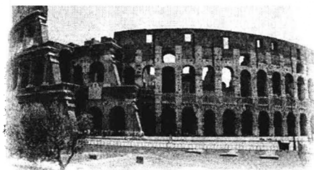
思考题

1. 什么是公共广播系统?
2. 公共广播系统具有哪些功能?
3. 如何才能实现公共广播系统的智能化、网络化?
4. 公共广播系统在体育场馆主要担负什么作用?



第十三章　体育场馆自动消防系统

随着我国体育建筑事业的飞速发展，大量的体育场馆涌现，其中消防安全是一个非常重要的环节。体育场馆自动消防系统应具有早期发现火灾和自动扑灭火灾的功能，它是体育场馆中灭火的有力工具。



第一节　体育场馆自动消防系统的结构

自动消防系统是保证体育场馆消防安全的重要设施，是现代体育场馆的重要组成部分。通常自动消防系统由体育场馆内的消防控制室来操作控制，由专人负责维修保养消防设施，并要求自动消防系统始终处于完好有效的状态，以保证体育场馆的消防安全。

一、体育场馆自动消防系统的组成

自动消防系统由体育场馆设置的火灾自动报警系统、火灾报警控制器、自动喷淋系统、防烟排烟系统、安全疏散系统等组成。

（一）火灾自动报警系统

在自动消防系统中，能够自动获取火灾信号的设备组成了火灾自动报警系统，主要包括自动火灾探测器（图177）和手动报警按钮。

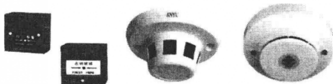


图177　火灾探测器



火灾发生时，火灾探测器会产生出烟雾、高温、火光及可燃性气体等理化现象，按探测火灾不同的理化现象可分为感烟式探测器、感温式探测器、感光式探测器和可燃性气体探测器，同时按探测器结构又将这些探测器划分为点型和线型两种类型。通常体育场馆主要使用感烟式探测器和感温式探测器。

1. 感烟式探测器

(1) 离子感烟式探测器。离子感烟式探测器是点型火灾探测器，其中感烟电离室是离子感烟式探测器的核心传感器件。

如图 178a 所示，电离室两极间的空气分子受放射源 Am^{241} 不断放出的 α 射线照射，高速运动的 α 粒子撞击空气分子，从而使两极间空气分子电离为正离子和负离子，电极之间原来不导电的空气具有了导电性，此时在电场的作用下，正、负离子有规则地运动，使电离室呈现典型的伏安特性（图 178b），形成离子电流。

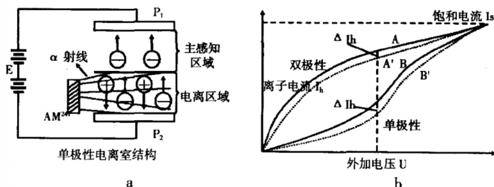


图 178　离子感烟式探测器原理和电特性图

当火灾初期，烟雾粒子进入电离室后，电离部分的正离子与负离子被吸附到烟雾粒子上，使正、负离子相互中和的概率增加，同时离子附着在体积比自身体积大许多倍的烟雾粒子

上，会使离子运动速度急剧减慢，导致离子电流减小。离子感烟式探测器通过检测离子电流的变化，实现了对火灾过程中烟雾浓度参数的探测。

(2) 光电感烟式探测器。光电感烟式探测器的基本原理是利用烟雾粒子对光线产生遮挡和散射作用来检测烟雾的存在。

如图 179 所示，光电感烟式探测器中有一个只允许烟雾粒子进入的烟室，烟室内有一个发光元件及一个受光元件，发光元件发出的光直射在受光元件上，形成测试回路。当烟雾粒子进入烟室后，光被烟雾粒子遮挡，到达受光元件的光通量减弱，相应的光敏电流减小，当光敏电流减小到某个设定值时，该感烟式探测器发出报警信号。

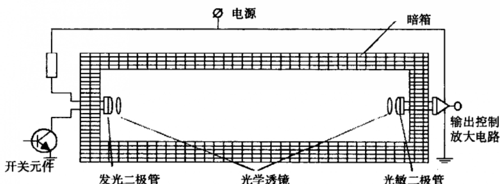


图179　光电感烟式探测器原理

2. 感温式探测器

感温式探测器根据其对温度变化的响应可分为定温式探测器和差温式探测器两种类型。

(1) 定温式探测器。在火灾引起的环境温度达到或超过预定值时，定温式探测器发出报警信号。定温式探测器有线型和



点型两种结构，如图 180 所示，线型定温式探测器是当火灾现场环境温度上升到一定数值时，可熔性绝缘物熔化使两导线短路，从而产生报警信号。

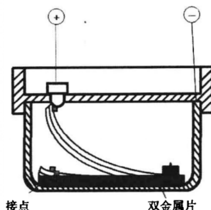


图180　线型定温式探测器原理

而点型定温式探测器则是利用热敏元件检测环境温度，当温度上升到一定数值时，发出报警信号。

如图 181 所示，点型定温探测器由热膨胀系数不同的双金属片和固定触点组成，当环境温度升高时，双金属片受热膨胀向上弯曲，使触点闭合，输出报警信号；当环境温度下降后，双金属片复位，探测器状态复原。

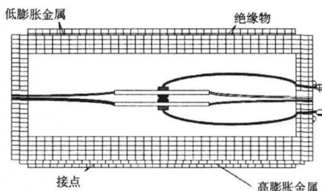


图181　点型定温式探测器原理

(二) 火灾报警控制器

火灾报警控制器是自动消防系统的重要组成部分。在自动消防系统中，自动报警系统是系统的“感觉器官”，随时监视周围环境的情况，而火灾报警控制器则是自动消防系统的“躯体”和“大脑”，是系统的核心。因此，火灾报警控制器必须具备如下功能：

第一，将火灾探测器信号转换成声、光报警信号，并指示着火地点和记录报警信息。

第二，可启动自动灭火设备和消防联动控制设备。

第三，自动监视系统的正确运行，并对特定故障给出提示信息（自检）。

由此可见，火灾报警控制器的作用是把火灾探测器发送的火灾报警信号，迅速、正确地进行转换和处理，并以声、光等形式指示火灾发生的具体部位，进而发送消防设备的启动控制信号。其基本结构如图 182 所示。

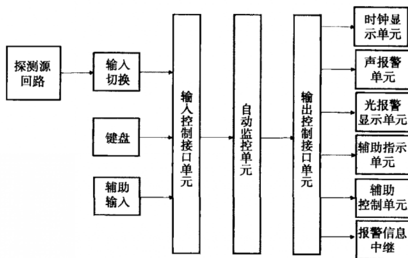


图182 火灾报警控制器结构



火灾报警控制器主要由电源和主机两部分组成。电源部分由主电源和备用电源组成，具有互补功能。主机部分具有工作和维护两种状态，在工作状态时，监视探测器回路变化情况，遇有报警信号时，执行相应动作，如发出故障声光报警，指示具体火警部位和时间，启动自动灭火设施等；在维护状态时，具有探测器回路断路、短路检测功能，并能进行声、光报警，指示具体故障部位。

（三）自动喷淋系统

体育场馆灭火系统主要以自动喷淋系统为主。自动喷淋系统由湿式报警阀、压力开关、水力警铃、水流指示器、闭式喷头等组成。当场馆内有火灾发生时，温度上升到60～70℃或更高（闭式喷头感温玻璃泡破碎），水从喷头中喷出，水流指示器将报警信号上报给火灾报警控制器。火灾报警控制器提示值班人员发生火情位置，并启动喷洒水泵，为火灾区喷水头提供用水。与此同时，自动喷淋系统在湿式报警阀的作用下，自动启动水力警铃发出报警声。

（四）防烟排烟系统

火灾产生的烟雾以一氧化碳为主要气体，这种气体具有强烈的窒息作用，对人员的生命构成极大的威胁，如果不及时迅速地排除，会很快扩散到场馆的各处，危害性是显而易见的。防烟排烟系统有自然排烟和机械排烟两种方法，通常两种方法并用，以加快对烟气的排放速度。火灾发生时，火灾报警控制器收到火警信号后，直接产生控制信号控制排烟阀开启、排烟

风机起动，空调、送风机、防火门等关闭。并接收各设备的反馈信号，监测各设备的工作状态。

（五）安全疏散系统

安全疏散系统由场馆紧急疏散通道、安全疏散指示标志、应急照明系统和应急广播系统组成。体育场馆安全疏散系统按照水平疏散和垂直疏散两种方式，通过安全疏散指示标志、应急照明系统和应急广播系统，对在紧急情况下的观众进行疏散引导。在场馆的同一层中，使用水平疏散方式引导观众安全到达消防楼梯；在场馆不同的楼层，使用垂直疏散方式引导观众通过场馆的消防楼梯走到楼下，最终通过紧急疏散通道安全地疏散。

第二节　体育场馆自动消防系统工作原理

在自动消防系统中，防烟排烟系统、自动喷淋系统、安全疏散系统以及和消防系统有关的设备都能与火灾报警控制器联动，共同协作完成体育场馆的防火灭火任务。

如图 183 所示，当体育场馆中出现火灾时，火灾自动报警系统向火灾报警控制器中的集中报警控制器报警，自动消防系统接收此信号后，向体育场馆发出声光警报信号，并传递指令给消防联动控制器，在消防联动控制器的控制下，自动执行灭火方案，包括启动防排烟系统、停止空调机组、关闭防烟防火阀、停止送新风等联动控制。此时，体育场馆内



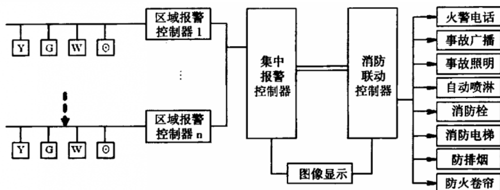


图183　体育场馆自动消防系统工作原理

的高位水箱向自动喷淋系统供水灭火，随着喷头喷水，引起水流指示器的动作，带动湿式报警阀也随之动作，两者动作信号经报警系统传递给自动消防系统控制主机，由自动消防系统启动场馆消防喷洒泵，继续为自动喷淋系统供水灭火。灭火的同时，消防广播系统通过译码器，把邻层背景音乐断掉，接通消防广播线路，通过麦克风传递疏散信息，疏散观众。至此，自动消防系统完成了从探知火情到排烟、灭火、疏散观众等一系列的消防工作。

第三节　体育场馆自动消防系统管理

加大对体育场馆自动消防系统的监督、检查和管理，提高体育场馆消防设施的完好率，是保证人身安全和体育场馆自身安全的有效途径。了解和掌握各种消防设施的技术知识和管理内容，提高安全意识，对于体育场馆运行至关重要。

一、火灾自动报警系统的管理

现代体育场馆安装有火灾自动报警系统，它是体育场馆自动消防系统的神经中枢，用于感受、接收火灾的信号并及时报警，发出警报。

(一) 火灾自动报警系统的常见问题

(1) 火灾探测器探头超期使用。火灾探测器探头寿命一般在3万~6万小时，有些体育场馆报警系统已经使用了十几年，对探头仍不更换、不维修、不清洗，探测器的灵敏度满足不了工作需要，获得的火灾信息也不准确，这可能贻误报警时机，造成灾难，这种情况属于重大火灾隐患。

(2) 火灾自动报警系统年检失当。有些体育场馆不能坚持年检或检测方法不规范，测试结果缺乏可靠性。

(3) 体育场馆自身对建筑消防设施管理松懈，平时对火灾探测器疏于维护，出现问题又不能及时维修，“带病”运行。

(4) 火灾自动报警系统与灭火系统和其他消防设施系统不能联动，消防设施存在功能缺陷，这在早期建设的体育场馆中很普遍。

(5) 体育场馆消防控制室平时值班人员不足。

(6) 消防电源存在问题，不能保证自动报警系统在停电的情况下自动切换继续工作。

(7) 体育场馆消防设施更新换代时，设计不合理，与原系统无法联动。



(8) 放弃使用火灾自动报警系统，这种情况比例不小，属于重大火灾隐患。

(9) 火灾自动报警系统未能建立完整的操作规程，操作不规范。场馆自动消防系统上班开机、下班关机。

(二) 火灾自动报警系统现场检查

在体育场馆消防控制室查阅值班记录，首先检查自动报警系统维护与火灾探测器清洗、更换情况记录。并核实当年和前一年的场馆消防设施年检合格证。然后检查火警处置操作程序是否健全，了解自动报警系统的设备功能和操作程序。检查自动报警系统的技术资料是否齐全（包括施工、竣工验收、设备维修改造的各种资料）。最后检查自动报警系统的应急处置操作（如在突然停电或无水情况下）和值班操作人员是否能熟练操作自动消防设施控制装置，能否面对各种设定情况，熟练掌握火警处置程序，能否熟练使用各类呼叫联络通信设备。

二、自动喷淋系统的管理

自动喷淋系统是体育场馆当前最常用的自动灭火设施，场馆中设置数量很大。自动喷淋系统对在无人情况下初期火灾的扑救非常有效，因此，保证自动喷淋系统的完好意义重大。

(一) 自动喷淋系统的常见问题

(1) 自动喷淋系统消防水压力不足，不能满足喷淋系统的

压力要求。

(2) 自动喷淋系统中喷淋水泵未能按要求接入消防紧急配电线路，消防水源不能满足喷淋泵自灌式启动水位的要求。

(3) 报警阀没有注明系统名称和保护区域的标志牌，水流指示器无标志。

(4) 喷洒系统管道锈蚀、渗水，管线、阀门未有检修标示铭牌。

(5) 未能坚持定期进行末端放水试验，或无测试数据。

(6) 有的楼层系统无末端放水管，有的无排水设施。

(7) 喷头被遮挡、阀门锈蚀，管道渗漏现象不能及时维修。

(二) 自动喷淋系统现场检查

(1) 现场检查报警阀组功能。首先检查报警阀的前、后压力表压力是否保持一致，然后检查试水阀处有无排水设施，启动试水阀，检查延时器、水力警铃、压力开关是否有变化。

(2) 在消防水泵房现场启动消防泵、喷淋泵，并分别测试手动和自动两种方式。

(3) 在自动喷淋系统末端试水，检测系统的联动功能。

(4) 检查消火栓给水系统压力稳定稳压泵的工作状态。

(5) 检查预作用报警阀的自动报警功能和它的充气、排气系统是否保持正常。

三、防火分区系统的管理

对于体育场馆的防火分区检查是非常重要的，完好有效

的防火分区设施，可以保证火灾发生时火势蔓延得到有效的控制。

（一）防火分区系统的常见问题

(1) 对体育场馆防火分区认识有误。在管理上对平面分隔设施很在意，但是对纵向的分隔措施，如楼板上下之间的防火封堵不大注意，对场馆楼层之间楼梯所造成的空间短路没有采取封堵措施。

(2) 防火卷帘下堆放杂物或柜台，影响防火卷帘的起降。

(3) 防火门变形、防火窗破损，影响防火分隔功能。

(4) 通风管道、空调管道、排烟管道没有防火阀，或防火阀失灵。

(5) 常开或常闭的防火门、防火卷帘长期未保持在设计的位置上，自动控制电磁阀失效。

(6) 防火门组的闭门顺序器失效。

（二）防火分区系统现场检查

(1) 现场检查场馆防火门、防火窗、防火墙是否存在变形、破损、锈蚀、失效的情况。

(2) 现场检查体育场馆楼层之间管道井的封堵情况。

(3) 现场检查通风、空调、排烟等系统的防火阀，有无破损、锈蚀、变形、失效的情况。

(4) 检查场馆各楼层之间防火分隔设施是否完好。

(5) 检查防火卷帘的报警功能，并对卷帘的手动、自动和程序启动作现场检查。

四、防烟排烟系统的管理

防烟排烟系统具有在体育场馆发生火灾后，限制烟气蔓延，及时排出高温、有毒烟气的功能，其作用十分重要。

（一）防烟排烟系统的常见问题

（1）防烟排烟系统正压送风机和排烟风机不能定期检查。

（2）防烟楼梯间送风口被破坏。

（3）消防控制室对防烟排烟系统的操作存在不同步和不能联动的情况。

（4）自然排烟窗锈蚀，操作不方便。

（二）防烟排烟系统现场检查

在体育场馆现场和消防控制室作如下测试，检查整个系统的工作状态：

（1）现场检查送风机组远程启动和自动启动功能是否有效。

（2）现场检查排烟风机的远程启动和自动启动功能，并同时检查空调系统和通风系统的防火阀是否能自锁。

（3）手动打开并复位排烟口，检查开启是否正常有效。

（4）检查挡烟垂壁自动、手动两种工作方式。

（5）检测系统联动功能。在消防控制室模拟给出场馆某区域火灾信号，检查该防火分区的防火设施是否功能完好，联动有效。



(6) 检查有无遮挡排烟口和妨碍挡烟垂壁活动的障碍。

(7) 检查场馆排烟窗是否灵活好用，操作是否方便。

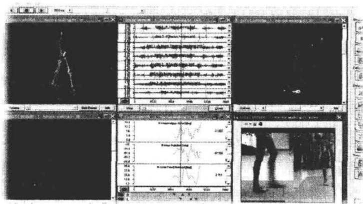
思考题

1. 自动消防系统在体育场馆主要担负什么作用?
2. 自动消防系统主要有哪些设备?
3. 火灾自动报警系统在平时管理中，需要进行哪些检查?
4. 如何做好自动消防系统的日常管理工作?
5. 火灾报警控制器有何作用?
6. 试述消防联动控制的必要性和工作原理。



第十四章　运动成像分析系统

运动成像分析系统是获取运动对象分析数据的统称，是处理运动数据、寻找运动规律的技术装置。内容主要涉及运动轨迹信号的检测、运动规律的分析，以及相关的评定方法等。通常使用该系统对运动员的运动姿态进行分析，从而进行有针对性地训练。按照对数据采集方式的不同，运动成像系统主要分为机械采集式、声学采集式、电磁采集式、光学采集式等类型。虽然种类繁多，但是它们的基本工作原理却是大体相同的。



第一节　运动成像分析的起源

运动成像分析技术起源于动画技术的发展，动画的发展历史很长，自人类产生文明以来，透过各种形式图像的记录，已显示出人类潜意识中表现物体动作和时间过程的欲望。

法国考古学家普度欧马（Prudhommeau）在1962年的发现报告中指出，在两万五千年前的石器时代，古人类洞穴中就有了野牛奔跑的分析图，这是人类最早想捕捉运动的物体的最初形态，也是动画的起源。

在中国的绘画史上，艺术家们一向有把静态的绘画赋予生命的传统，如“六法论”中主张的气韵生动，聊斋的“画中仙”中人物走出卷轴与人交往，但基本上都是以想象力来弥补实际操作。

动画开始于17世纪阿塔纳斯·珂雪（Athanasius Kircher）发明的“魔术幻灯”，这个人是个耶稣会的教士。所谓“魔术幻灯”是在铁箱里头防止了一盏灯，在铁箱的一侧开有一个小洞，并在洞上覆盖透镜。将绘有图案的玻璃放在透镜的后面，经灯光通过玻璃和透镜，图案会投射在墙上，成为了最早的投影机。到了17世纪末，由钟和斯桑（Johannes Zahn）改进了“魔术幻灯”的功能，把许多玻璃画片放在旋转盘上，使出现在墙上的影像呈现一种运动的幻觉。到了19世纪，“魔术幻灯”的魅力仍然不衰，在欧美等地大受欢迎，音乐厅、杂耍戏院、综艺场中，“魔术幻灯”表演仍然是大家爱看的娱乐节目。



中国唐朝发明的皮影戏，是一种由幕后照射光源的影子戏，和“魔术幻灯”发明从幕前投射光源的方法、技术虽然有别，但是却反映出东西方不同国度，对操纵光影相同的痴迷。皮影戏在17世纪，被引介到欧洲巡回演出，也曾经风靡了不少观众，其影像的清晰度和精致感，亦不亚于同时期的“魔术幻灯”。

1824年英国人彼得·罗杰（Peter Roget）在其关于眼球构造的书中提出，图像在最初显露后，能在视网膜上停留若干时间，各种分开的图像迅速、连续地显现时，在视网膜上的图像能够重叠起来，成为连续运动的图像。这就是动画赖以为基石的视觉暂留现象。1888年，美国人托马斯·阿尔瓦·爱迪生（Thomas Alva Edison）在他的实验室将记录故事的图像事先画在一系列卡片上，然后通过一套手摇机械装置，迅速并顺序地显示卡片中的图像，出现了具有连续效果的“动画”图像，创造了世界上第一部连续画片的记录器。1888年，法国画家艾米儿·雷诺（Emile Reynaud）在前人发明的基础上，创造了光学影戏机，成为世界上最早的动画片放映机。

运动成像分析技术的出现可以追溯到20世纪70年代，美国的迪斯尼公司（The Walt Disney Company）为了制作动画电影，曾试图通过捕捉演员的动作以改进动画制作效果。当计算机技术刚开始应用于动画制作时，纽约计算机图形技术实验室设计了一种光学装置，可将演员的表演姿势投射在计算机屏幕上，作为动画制作的参考，开创了计算机人体运动成像分析研究的先河。此后，随着计算机软硬件技术的飞速发展，运动成像分析技术从试用性研究逐步走向了实用化，其应用领域也远远超出了运动成像分析领域，并成功地用于虚拟现实、游戏、人体工程学研究、模拟训练、生物力学研究等许多方面。

第二节 运动成像分析系统基本原理

分析比较不同运动员或同一运动员不同时间的运动姿态，已经成为体育训练、体育比赛提高运动员成绩的有力武器。人体运动姿态检测最简单的方法是利用目测观察，比较准确的方法是利用传感器捕捉运动员的动作，通过测量身体各环节位移、速度或加速度，并将其转化为数字化的“抽象运动”，定量描述其在空间与时间上的运动规律。

如图 184 所示，在运动成像分析系统中，通常并不要求捕捉运动员身上每个点的动作，而只需要捕捉若干个关键点的运动轨迹，再根据各部分的物理、生理约束关系，最终合成该运动员的抽象数字运动画面。

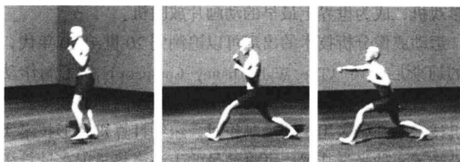


图184 运动成像分析过程

运动成像分析系统按照对数据的采集方式进行分类，可分为机械式、声学式、电磁式和光学式。同时，不依赖于专用传感器，而直接识别人体特征的运动成像捕捉技术也将很快走向



实用。不同方式的运动成像分析系统各有其优缺点，一般可从定位精度、实时性、使用方便程度、捕捉运动范围大小、成本、抗干扰性、多目标捕捉能力等方面进行评价。

一、运动成像分析系统的类型和基本原理

按照对数据采集方式的不同，运动成像系统主要分为机械式运动数据采集式、声学式运动数据采集式、电磁式运动数据采集式和光学式运动数据采集式等类型。虽然种类繁多，但是它们的基本工作原理却是大体相同的。

（一）机械式运动数据采集方式

机械式运动数据采集依靠机械装置来跟踪和测量运动轨迹。典型的系统由多个关节和连杆组成，在可转动的关节中装有角度传感器，可以测得关节转动角度的变化情况。装置运动时，根据角度传感器所测得的角度变化和连杆的长度，可以得出测试点在空间中的位置和运动轨迹。

机械式运动数据采集方式用带角度传感器的关节和连杆构成一个“可调姿态的数字模型”，其形状可以模拟人体，也可以模拟其他动物或物体。运动员根据测试的需要调整模型的姿态，然后锁定。角度传感器测量并记录关节的转动角度，依据这些角度和模型的机械尺寸，可计算出模型的姿态，并将这些姿态数据传送给图像分析系统，使其中的数字模型与之相适应。

机械式运动数据采集方法的优点是成本低，精度较高，

可以做到实时测量，还可容许多个运动员同时测量。但其缺点也非常明显，主要是使用起来非常不方便，机械结构对运动员的动作阻碍和限制很大，较难用于连续动作的实时捕捉，需要操作者不断根据测试要求调整数据采集设备。目前，机械式运动数据采集方法一般用于运动静态造型数据采集和关键帧的确定。

（二）声学式运动数据采集方式

常用的声学式运动数据采集装置由发送器、接收器和处理单元组成。发送器是一个固定的超声波发生器，接收器一般由呈三角形排列的三个超声探头组成。通过测量声波从发送器到接收器的时间或者相位差，计算并确定出接收器的位置和方向。

这类装置成本较低，但对运动数据采集有较大延迟和滞后，实时性较差，精度也不高，声源和接收器间不能有大的遮挡物体，受噪声和多次反射等干扰较大。由于空气中声波的速度与气压、湿度、温度有关，所以还必须在算法中做出相应的补偿。

（三）电磁式运动数据采集方式

电磁式运动数据采集方式是目前比较常用的运动数据采集方式，一般由发射源、接收传感器和数据处理单元组成。发射源在空间产生按一定时空规律分布的电磁场，接收传感器（通常有 10 ~ 20 个）安置在运动员身体的关键部位，随着运动员的动作在电磁场中运动，通过电缆或无线方式与数据处理单元



相连，如图 185 所示。

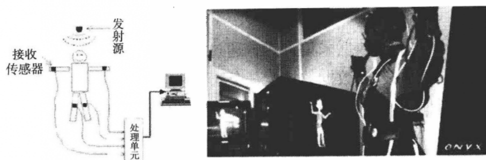


图185　电磁式运动数据采集方式

运动员在电磁场内运动时，接收传感器将接收到的信号通过电缆传送给处理单元，根据这些信号可以计算出每个传感器的空间位置和方向。

目前这类系统的采样速率范围一般为每秒 15 ~ 120 次（依赖于模型和传感器的数量），为了消除抖动和干扰，通常将采样速率设置在 25Hz 以下，因此不适合拳击、篮球比赛等高速运动项目的数据采集。

电磁式运动成像的优点是：首先在于它记录的是六维信息，即不仅能得到空间位置，还能得到方向信息，这一点对某些特殊的应用场合很有价值；其次是速度快、实时性好，运动员测试时，图像分析系统中的数字模型可以同时反应，便于观察、调整和修改；最后是装置的定标比较简单，技术较成熟，成本相对低廉。

电磁式运动成像的缺点是：对环境要求严格，在测试环境附近不能有金属物品，否则会造成电磁场畸变，影响测试精度；系统的允许运动范围比光学式运动成像采集方式要小，特别是电缆对运动员的活动限制比较大，影响了运动员的正常姿态。

(四) 光学式运动数据采集方式

光学式运动数据采集方式，通过对目标上特定光点的监视和跟踪来完成运动数据的捕捉任务。目前常见的光学式运动数据采集大多基于计算机视觉原理。从理论上说，对于空间中的一个点，只要它能同时为两部摄像机所见，则根据同一时刻两部摄像机所拍摄的图像和摄像机参数，可以确定这一时刻该点在空间中的位置。当摄像机以足够高的速率连续拍摄时，从图像序列中就可以得到该点的运动轨迹。

典型的光学式运动数据采集常使用 6 ~ 8 台摄像机环绕测试场地排列，为了便于处理，通常要求运动员穿上单色的服装，在身体的关键部位，如关节、髋部、肘、腕等位置贴上一些特制的标志或发光点，视觉系统将识别和处理这些标志。系统定标后，摄像机连续拍摄运动员的动作，并将图像序列保存下来，然后再进行分析和处理，识别其中的标志点，并计算其在每一瞬间的空间位置，进而得到其运动轨迹。为了得到准确的运动轨迹，摄像机应有较高的拍摄速率，一般要达到每秒 60 帧以上。

光学式运动数据采集的优点是：运动员活动范围大，无电缆、机械装置的限制，运动员可以自由地运动，使用方便；其采样速率较高，可以满足多数高速运动测量的需要；标志或发光点的价格便宜，便于扩充。

光学式运动数据采集的缺点是：系统价格昂贵，虽然它可以捕捉实时运动，但后期处理（包括标志或发光点的识别、跟踪、空间坐标的计算）的工作量较大，对于测试场地的光照、反射情况有一定的要求，装置定标也较为烦琐，特别是当运动



复杂时，不同部位的标志或发光点有可能发生混淆、遮挡，产生错误结果，这时需要在后处理过程中进行人工干预。

二、运动成像分析系统的组成

运动成像分析系统的实质是要测量、跟踪、记录运动物体在三维空间中的运动轨迹，其组成主要包括前端图像设备和分析成像处理系统。

（一）前端图像系统

前端图像系统一般由传感器、摄像机、图像采集设备等组成，如图 186 所示。

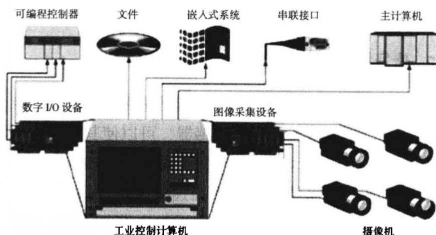


图186　前端图像系统的组成

通过对人体运动的实时捕捉，取得人体各关节点的三维运动轨迹数据。以三维运动轨迹数据为基础，通过对运动数据的

处理和分析，获得人体运动各关节点的位移、速度、加速度等运动信息。

1. 传感器

使用可以发出红外光的发光二极管作为传感器的光源，发射的光强充足，可以在大尺度空间中准确标记运动物体，提供运动的相对精度。光发射角度为 120°，可以扩大单点的有效捕捉范围，减少采集设备的数目及提高其分布随意性，传感器外观如图 187 所示。

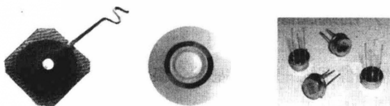


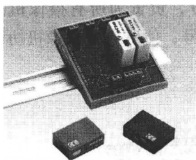
图187　传感器外观

2. 信号捕捉设备

信号捕捉设备由传感器信号控制设备和高速摄像机组成。传感器信号控制设备控制各个传感器，可以使其在数据采集识别中产生明显的影像区别，信号捕捉设备外观如图 188 所示。

运动成像分析系统对使用的高速摄像机分辨率要求较高，一般在 640×480 以上。摄像机使用的电荷耦合器件（CCD）对光线的敏感区段恰好处在传感器发光二极管所发射的光线波长范围内，使得摄像机只针对传感器进行图像采用，从而提高了计算机软件对传感器位置识别的准确率，高速摄像机外观如图 189 所示。





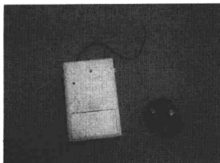


图188　信号捕捉设备外观





图189　高速摄像机外观

3. 图像采集设备

图像采集设备也被叫做视频采集卡，具有图像采集和图像的压缩功能。运动成像系统通过图像采集设备可以接收来自摄像机的视频信号，首先视频信号通过图像采集设备作数字化处理，然后进行编码压缩，处理后的数字视频信号被传送到分析系统中进行成像分析。

（二）分析系统

分析系统由硬件和软件两部分组成。其中，硬件系统由

成像处理逻辑电路组成（图 190），负责为所有摄像机提供电源和控制，并生成标准同步信号，使所有的摄像机协同工作。



图190　成像分析系统外观

在运动成像软件系统中，成像分析是对某一动作图像进行连续地或等时距地进行采集和解析。在进行高速图像的解析过程中，首先将具有定位信息的一段图像放到图像缓冲区中，在图像缓冲区中的图像解析完之后，再定位到下一段图像，直到完成整个运动解析过程。一般图像缓冲区一次最多可连续采集 10 秒钟左右的图像，由于运动分析是对某一动作的特定环节进行分析，所以 10 秒钟的连续图像可以满足绝大部分运动项目的分析和解析。

分析系统工作时，首先在被测关节（或肢体特定部位）放置标志点，然后用高速摄像机摄取人体运动过程，并由图像采集设备将图像转存成数字文件，最后经成像分析软件处理，将分析与解析结果显示在计算机屏幕上，如图 191 所示。

在分析系统工作的过程中，对标志点的跟踪并解析标志点的变化是分析系统的核心。利用图像处理技术，将标志点



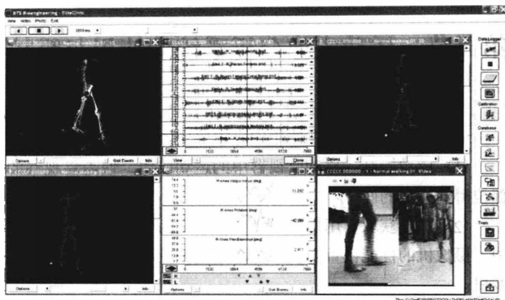


图191　图像分析系统画面

进行整理，在得到清晰图像后，对标志点进行指定范围的搜索，如找到的标志点与前一时刻的标志点为同一搜索范围时，即可认为该点是连续运动的标志点，分析系统提取标志点得到关节位置，获取标志点所代表的人体各关节运动信息，如图 192 所示。

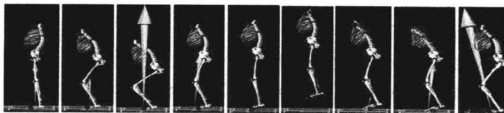


图192　分析系统提取标志点得到关节位置原理

第三节　运动成像分析系统的使用与维护

运动成像分析系统在使用中，主要应注意以下几点：

(1) 成像控制。移动监视器中的运动成像，使需要观察的部位得到适当的图像。

(2) 图像获取。用摄像机将图像转变为电信号，在此过程中，摄像机的性能极重要，一定要用图像具有很高清晰度的摄像机。

(3) 图像处理。通过调节图像的亮度、对比度、色阶等属性，使图像适合分析。

(4) 检测图像。检测图像是通过选择一定的阈值，从图像中确定出需要的图像灰度。

(5) 阴影校正。校正图像细节，直到正确无误并达到测量的要求。所谓阴影是指相同的图像由于所处位置不同而显示出不同的灰度。

(6) 系统分析。用运动成像分析系统对图像进行分析，取得所需的参数，如灰度、面积、长度、个数等。

(7) 分析结果。将分析结果进行分类，并加以说明，最后做出结论，供研究者使用。

运动成像分析系统在使用过程中，对于标志点取样设备要求很高，因此必须保证标志点取样设备的清洁，如果标志点取样设备上有污点，会影响系统的分析结果。除此之外，还需要保证供电系统的稳定，电源电压的变化或电网中出现的电涌，非常容易干扰图像，造成图像质量下降，从而使成像分析系统



分析结果受到影响。

思考题

1. 运动成像分析系统起源于哪项技术?

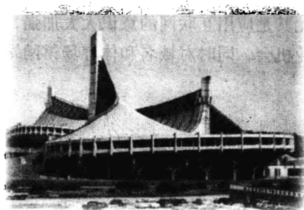
2. 按照数据采集方式分类,运动成像分析系统具有哪几种类型,各自特点是什么?

3. 目前应用比较广泛的运动成像分析系统是什么类型?使用维护时,应注意哪几方面的内容?



第十五章　体育场馆的电子商务管理

体育场馆的电子商务管理是指场馆与用户之间通过计算机网络进行商务活动的过程。它不仅包括体育场馆的商务活动、网上的营销，还包括体育场馆的宣传和业务开展。在当今知识经济信息化时代，电子商务是体育场馆快捷、高效、低成本地拓展市场、开展客户服务、进行生产运作的重要手段。



第一节　体育场馆与电子商务

电子商务并不是一个突然冒出来的新生事物，早在二三十年前，互联网技术还未被大量采用时，一些企业就已经采用电子方式来进行数据、表格等信息的交换，并且利用电子手段进行贸易，电子商务就这样悄然产生了。20世纪80年代起，广为流行的电子数据交换（EDI），就是电子商务的雏形。电子数据交换涉及各种电子证据交换，是对传统商务的一大突破，但是由于当时实现电子数据交换投资成本较高，限制了电子数据交换的应用范围，而真正使电子商务实现飞跃的是互联网的高速发展。

我国电子商务的应用起源于20世纪90年代初，首先是在外贸、海关、运输等部门应用电子数据交换，并取得了良好的效果。其中，上海、北京、广州等中心城市在电子商务的发展进程中走在前列。近几年来，国内一些体育场馆应用电子商务，尤其是应用互联网的意识大大加强，纷纷利用它寻求新的商业机会，同时对域名和体育场馆网站的设立有了充分的认识。

一、电子商务的概念

电子商务是一个迅速发展的新生事物，涉及社会组织的方方面面，不同的组织，从不同的角度看待电子商务，给电子商



务下了多种不同的定义。这里采用 1997 年在比利时首都布鲁塞尔召开的全球信息社会标准大会所提出的电子商务的定义：电子商务是各参与方之间以电子方式而不是以物理交换或直接物理接触方式完成的任何形式的业务交易。所谓电子方式，主要包括电子数据交换、电子支付手段、电子订货系统、电子邮件、网络通信、电子公告系统、条码、图像处理、智能卡等，可以看出这是电子商务的广义概念。

目前，还有一种比较流行的、狭义的电子商务概念，认为电子商务是在互联网开放的网络环境下，基于浏览器、服务器的应用方式，以实现消费者的网上购物、商户之间的网上交易和在线电子支付的一种新型商业运营模式，也就是常说的互联网电子商务。

从贸易活动的角度分析，电子商务可以在多个环节里实现，由此也可以将电子商务分为两个层次，较低层次的电子商务，如电子商情、电子贸易、电子合同等，最完整的也是最高级的电子商务应该是利用互联网能够进行全部的贸易活动，即在网上将信息流、商流、资金流和部分的物流完整地实现。也就是说，可以从寻找客户开始，一直到洽谈、订货、在线付（收）款、开据电子发票、电子报关、电子纳税等通过互联网一气呵成。

二、电子商务的分类

电子商务按不同的划分标准可分为多种类型。

（一）按商业活动运作方式分类

(1) 完全电子商务。即可以完全通过电子商务方式实现和完成整个交易过程。

(2) 不完全电子商务。指无法完全依靠电子商务方式实现和完成交易的完整过程，它需要依靠一些外部要素，如运输系统等来完成交易。

（二）按应用服务领域范围分类

按应用服务领域范围可分为三类，即体育场馆对消费者、体育场馆对体育场馆、体育场馆对政府机构的电子商务。

(1) 体育场馆对消费者的电子商务（B2C）。体育场馆对消费者的电子商务，基本等同于电子零售商业。目前，互联网上已遍布各种类型的电子体育商业网站，提供各种体育商品和服务。

(2) 体育场馆对体育场馆的电子商务（B2B）。体育场馆对体育场馆的电子商务是指体育场馆使用互联网向其他体育场馆或设备公司订货和付款。这种电子商务发展最快，特别是通过互联网进行的电子数据交换，使体育场馆对体育场馆的电子商务得到了迅速扩大和推广。

(3) 体育场馆对政府主管部门的电子商务。体育场馆对政府主管部门方面的电子商务可以覆盖体育场馆与政府主管部门间的许多事务，其主要内容包括已经推行的政府采购方案。



第二节　体育场馆的网站建设

对于体育场馆来讲，电子商务能够带来许多新的机遇和挑战，可以为体育场馆开辟更广泛的市场空间。由于信息在市场的竞争优势中发挥着越来越重要的作用，有了电子商务，体育场馆在信息方面就能够参与激烈的市场竞争。总的来讲，电子商务对体育场馆带来的影响可以分为以下几个方面：

(1) 在全国体育市场方面，体育场馆传统的竞争力可以得到加强，体育场馆有更多的机会将自己的特点和服务推销到全国的各个地区。

(2) 在体育场馆运营方面，随着更多地使用互联网信息技术和系统集成技术，体育场馆内的通信和协作得到改进，为集成外部数据和内部操作提供了更大的机会，从而使体育场馆员工的数量减少，体育场馆的操作和管理成本进一步降低。

(3) 在商业前景方面，体育场馆使用网络可以及时获取最新的体育商业发展信息，从而指导自己的服务和建设。体育场馆开展电子商务的主要技术有网站、电子数据交换、电子邮件等服务内容，其中由于网站成本低廉，而且可以超越地域、时间、空间的界限，向全国各地介绍本体育场馆的特点、服务及地域优势，所以网站建设成为体育场馆开展电子商务的最主要形式。

一、建设网站的过程

体育场馆要针对拟建立的网络规模、基本功能和运作方式进行系统规划，使它具有体育场馆独特、鲜明的个性化特点。主要应考虑以下几方面的问题：

（一）体育场馆网站整体策划

（1）确定建立网站的核心功能。客户在访问体育场馆站点时，关心的不是体育场馆管理者的个人信息，也不是体育场馆的机构设置，而是场馆能提供什么体育设施，有什么服务，体育设施与服务的质量、价格如何，以及还能够提供的其他特色服务信息等，因此，在以体育设备和服务内容为核心的体育场馆设施便成了整个站点建设的基本核心。在以提供服务为核心的体育场馆，核心内容通常包括：体育场馆的面积、地面情况、设施的名称、用途、规格、性能、价格以及图片等资料；对服务则通常应包括：服务名称、内容、范围以及价格等信息。

（2）明确主要目标受众。例如，职业、年龄、性别、兴趣爱好等。

（3）预期网站特色。网站设计必须符合体育场馆特色，网页界面视觉设计应该醒目。

（4）内容预先谋划。网页设计时，预先考虑可能出现的产品销售广告等内容。



(二) 申请域名

为互联网上的体育场馆网站申请域名，是体育场馆在互联网上的标识，是体育场馆的网络商标。按照习惯，一般使用体育场馆的名称或标记作为域名。域名的字母组成要便于记忆，能够给人留下较深的印象，如果有多个很有价值的标记（商标），最好都进行注册保护。

目前，互联网域名由英文 26 个字母和 10 个阿拉伯数字以及横杠“—”组成，字母的大小写没有区别，并且每个层次最长不能超过 26 个字母。申请注册域名时，首先通过万维网（WWW）、电子邮件、传真、邮寄等方式获取《域名注册申请表》和提出注册申请，随后在 30 日内向 CNNIC 送达按《中国互联网络域名注册暂行管理办法》规定的全部文件，CNNIC 对受理的申请，按照管理办法进行审查，并在规定时间内公布审查结果，完成注册。注册生效后有效期为：国际域名有效期是两年，国内域名有效期是一年。有效期之后，需要按一定标准，交纳 CNNIC 的年费。

(三) 网页设计

网页设计就像装潢，动人的网页就像一流装潢的商场，自然更吸引顾客。设计网页时，必须根据场馆网站整体策划展开。体育场馆如果没有配备专业人员，可选择网页设计商。选择网页设计商最主要是设计水平及价格，确定后，网页设计流程按收集材料、网页设计、网页上传步骤进行。

二、网站设计工具

用于体育场馆网站设计的工具应该具备可视化的网页设计和网站管理功能，支持最新的 Web 技术，包含 HTML 检查、HTML 格式控制、HTML 格式化选项、可视化网页设计、图像编辑、全局查找替换、全 FTP 功能、Flash 和 Shockwave 等媒体格式、动态 HTML 和基于团队的 Web 创作。因此，使用这些工具必须具备相应的网络基础知识和必要的网络编程概念。

（一）超文本标记语言

HTML 是超文本标记语言（HyperText Mark-up Language）的缩写，是构成网页的最基本元素。使用 HTML 可以在互联网上创建和查看信息，可以使浏览器显示文本、图形和其他的任何内容。

HTML 是一种标志性语言，并不是一种程序语言。HTML 所定义的范围仅局限于如何表现文字、图片，以及如何建立文件之间的链接。纯粹由 HTML 语言构成的网页不会产生变化，称为静态网页。由静态网页构成的网站，称为静态网站。

静态网页是网站建设的基础，编写什么内容，它就显示什么内容，同时，静态网页相对更新起来比较麻烦，适用于一般更新较少的展示型网站。

新型的网页在设计时，以 HTML 为基础，通过使用数据库技术和对象控件技术，与用户之间产生互动，网页上的信息具有变化的功能，更能充分地反映网站特点和表现对象，



因此称这种网页为动态网页。由动态网页构成的网站，称为动态网站。

动态网页以数据库技术为基础，可以大大降低网站维护的工作量，同时由于采用动态网页技术，网站可以实现更多的功能，如用户注册、用户登录、在线调查、用户管理、订单管理等。

（二）FrontPage

FrontPage是由微软公司出品的网页编辑工具，它可以编辑 HTML 格式的文件（称为网页），并可以利用 Photoshop、GIF Animator 等工具编辑处理的图像和动画。FrontPage 可以在网页中插入各种插件，包括 Java、ActiveX、JavaScript，用以产生各种特殊效果。还可以利用不同的方式查看各个网页之间的关系，调整站点的组织结构，使整个站点的条理更加清晰。除此之外，FrontPage 还是一个互联网的出版工具，利用它提供的网络发布功能，可以轻松完成站点的发布与上传。

（三）脚本语言

脚本语言非常像操作系统中的批处理文件，只不过文件里不是命令行，而是脚本语言写的脚本。脚本语言由 HTML、JavaScript、VBscript 和 AxtiveX 等成分组成，介于 HTML 和高级语言之间。脚本语言与编程语言有很多相似之处，只是比高级语言的语法和规则更为严格和复杂一些。脚本语言在执行时，也非常像批处理文件的执行过程，只不过多了些控制。

在设计动态网页时，需要用脚本语言编写程序，按照程序的执行地点分为浏览器端和Web服务器端两种，如果程序在浏览器端执行，则服务器必须把程序代码传送到浏览器，由浏览器执行服务器传下来的程序。若程序在服务器端执行，在服务器需要把处理的结果传送到浏览器，由浏览器刷新网页，直接显示就可以了。不管程序在哪一端执行，都需要对网页进行编程，可以笼统地认为，支持网页编程的计算机语言称为网页的脚本语言。

(四) 数据库

对于具有大量信息的体育网站来说，数据库是存贮信息的仓库。数据库通常选用ORACLE、DB2、SQLServer等大型数据库。数据库的组织结构直接关系到数据操作的速度，因此，数据库的设计在网站建设中也是非常重要的工作。

三、体育场馆网站推广

互联网的应用和繁荣为体育场馆提供了广阔的电子商务市场和商机，但是，在互联网上密布着大大小小的各种网站，如何让更多的人能够迅速地访问到自己的网站是一个十分重要的问题。

(一) 体育场馆自身推广

为了使更多的人能够迅速地访问到自己的网站，可以在任



何出现本体育场馆信息的地方（如设备与设施、宣传材料、媒体广告等）都加上本体育场馆的网址。

（二）登记搜索引擎推广

登记搜索引擎是目前推广体育场馆网站的主要方式，如果能充分地利用搜索引擎，并将体育场馆网站在搜索引擎中注册，可以使体育场馆网站更容易地被人找到。通过网络服务商将体育场馆的站点登记到全球知名的搜索引擎和目录服务站点中，使更多的客户通过搜索引擎或目录服务查到场馆的网址，进而访问体育场馆的站点。

搜索引擎登记的关键是关键字的选择。关键字要尽可能选择典型的和常见的字、词或词组，以便客户能很容易地找到。搜索引擎登记的具体方法有：

(1) 软件自动注册。这类软件很多，比较易用和具有代表性的是 Submit wolf PRO，它可以一次完成 800 个搜索引擎的注册工作。

(2) 手工注册。一部分搜索引擎（如 Yahoo）是不支持软件自动注册方式的，所以必须通过手工注册才能完成。

（三）通过电子公告板吸引客户

体育场馆网站中开设电子公告板（BBS）的主要目的是吸引客户了解体育场馆动向和引导消费。为了实现这些目的，体育场馆网站的电子公告板常常以如下方式出现：

(1) 开办热门话题论坛。以一些热门话题，甚至是极端话题引起公众兴趣，引导消费的发展。

(2) 开办网上俱乐部。通过开办各种网上体育专项俱乐部，稳定原有的客户群，吸引新的客户群。

(3) 网上调查。通过对公众话题和兴趣的调查和分析，把握市场需求动向，开发出适合客户要求的新设施和新服务。

第三节　体育场馆的电子商务运作

体育场馆建立电子商务网站后，应当充分地利用和创造性地发挥它的作用，为此，体育场馆必须首先进行网站技术培训。接受培训的人员可分为两部分：一部分是负责网络维护的工程技术人员。网站建成后，需要有专门人员来维护，所以要根据网站规模对相应的人员进行培训，以保障网络的正常运行。另一部分是网络营销和管理人员。培训出来的工程技术人员只是保证网络的正常运行，至于如何建立信息优势以及如何利用信息优势，都是网络营销和管理人员的分内职责，因此，体育场馆的营销和管理人员也需要接受培训。

一、利用网站进行体育场馆形象宣传

(一) 制作动态广告

在网站上制作动态的体育场馆广告，例如，场馆图像、体育设施、体育品牌、重要活动、重要奖项、经营业绩等，充分展示体育场馆特色。在网站上制作滚动标题广告，如各类特色



服务和新的服务项目广告、以体育场馆服务或新闻形式发布的广告、以贺词或报喜方式发布的广告等。

（二）设置导航器和提供搜索引擎

设置导航器的主要目的：一是宣传自己的合作伙伴和联营单位，以便客户能尽快地找到他们；二是为客户提供不成为竞争对手的同行业网址，间接地提高本体育场馆的竞争能力；三是为用户提供访问其他类型网站的服务。

体育场馆提供搜索引擎目的是：通过提供信息查询方法，帮助客户尽快地找到其所需要了解的体育设施、服务内容，以及体育场馆所希望向用户推荐的信息，最终希望用户能够更多地了解到本体育场馆的特点和服务，以便做出进一步的商业决策。

二、体育场馆网站的管理

在体育场馆网站发展过程中，伴随自身营运的实践，网站的管理者需对网站管理进行不断地探索。首先要有敏锐的商业眼光，只有抢占了先机，才能跑到前头。再者吸取经验教训、紧盯市场动态、调适盈利模式、确保体育场馆网站经营处于安全轨道。

（一）利用好网站的信息交流功能

（1）利用网站抓好体育场馆与体育场馆、体育场馆与消费

者之间的沟通。体育场馆可以根据工作需要，设立部门或个人的电子信箱，用户可以通过电子信箱实现与体育场馆之间的交流。另外还可设立业务信箱、网络管理员信箱、技术支持信箱、客户服务信箱、代理信箱等，以方便与用户之间的交流。

(2) 可以根据体育场馆经营内容，设立论坛，方便有关人员对某一专题进行探讨。

(3) 各体育场馆的信息通过互联网络及时沟通，如服务的价格、体育设施的状况、特色服务，以及目前体育场馆的布局和实际运作状况等。

(4) 文化和感情上的沟通是双向的，消费者通过体育场馆的网站了解体育场馆的特点及相应服务内容，同时体育场馆了解到消费者感兴趣的体育活动，并以此进行新设施、新服务的开发，最终使消费者对体育场馆的网址发生兴趣并记住它。

(5) 体育场馆在网站上介绍自己的体育设施、服务类型，并营造一个网络推销环境，通过对访问者的分析，了解客户要求、服务的意向，并发现体育设施、服务类型和经营中的一些问题，以便及时改进。

(二) 利用网站参与市场竞争，将网络优势转化为竞争优势

(1) 利用传统的广告，大力宣传体育场馆的网址，充分利用网络开展特色服务，经常性地与本行业的一些著名网址建立联系，借用它们的知名度来传播体育场馆的供需信息，赢得竞争优势。

(2) 在体育场馆作出任何一项购入体育设施或服务项目决策时，要避免仓促上阵、匆忙决策，应在互联网上就有关



内容进行大范围地搜索，然后对搜索结果作定量分析和综合比较，只有这样才可以在避免失误、降低成本（对于购入设施）和扩大市场、赢得利润（对于服务类型来说）等环节，形成竞争优势。

(3) 以有奖竞猜、有奖销售、售后服务和访问填表等方式在网络上吸引消费者和扩大网址知名度。

(4) 利用网络，分析市场和消费者需求，并以此决定新的服务项目开发和相应的服务成本。

(5) 充分利用网络环境的特点，组织整个体育场馆服务的设施采购、维护、保养和使用过程，从整体的经营和管理水平上赢得竞争优势。

（三）利用网站实施体育场馆的营销职能

体育场馆以及消费者在网络空间上建立密切联系，所有的供需信息和服务磋商过程都可以通过电子商务系统来进行，而服务项目的告知则由体育场馆的网页功能完成，这就是网络营销。

1. 研究市场需求

(1) 设置访问计数器。访问计数器中的数据通常是体育场馆分析和了解消费市场以及消费趋势的重要内容。在网站各主题中，通过设置计数器，可进行经营分析及消费趋势预测，通过网上各主题兴趣的统计和分布，把握市场和消费者对体育场馆、产品及服务的需求，并最终作为制定体育场馆经营和市场营销策略的基础。例如，通过对各主题访问人次的统计分析，可以反映出访问者（即潜在的消费者）的需求和兴趣；通过对

同行业访问人次的统计分析，可以了解本体育场馆的地位；通过对主页访问人次和各主题访问人次分布规律的分析，可以了解体育场馆网络营销的效果。

(2) 建立详细的访问统计报告。该统计报告主要包括访问流量，如当日访问量、累计日访问量、本周访问量、累计周访问量、最近四周访问量、最近一年访问量、最近几年访问量等。

(3) 建立数据库。数据库内容主要包括：客户姓名、客户的电子邮件地址、客户历次消费服务的内容、客户询问、索要有关体育设施、服务项目的信息情况、客户对体育设施的需求和意见或建议等，以便体育场馆管理人员参考。

2. 在线服务

在线服务主要包括网上定单业务。利用电子邮件传递体育场馆设施、相关服务的定单，包括用户意见及需求调查表、体育产品购买者信息反馈及维修或保修信息反馈表、体育设施、服务项目报价申请表（表明对某种设施或服务需求的意向、特殊要求、数量，并要求给出报价）、报价单（给出初始设施或服务报价）、各类有奖问答回执单等。其他的方式、方法还有许多，每个体育场馆可以根据自己的情况，创造性地加以发挥。

思考题

1. 简答题

(1) 如何规划体育场馆网站？

(2) 体育场馆网站设计中用到了哪些工具？目前的网站你认为哪些方面还可以进一步改进？



(3) 如何推广体育场馆网站?

2. 判断题

(1) 电子商务就是体育场馆通过互联网这种最新的媒体展开商务活动。

(2) 电子商务的 B2B 模式就是体育场馆对消费者的电子商务。

3. 选择题

(1) 在下列方式中不属于电子商务的是__________。

A) 电子数据交换　　B) 电子邮件

C) 电子支付　　D) 上门推销

(2) 国际域名注册的有效期是__________。

A) 1 年　　B) 2 年　　C) 3 年　　D) 4 年

(3) 属于商业性的机构或公司的顶层域名为__________。

A) .COM　　B) .ORG

C) .GOV　　D) .NET